

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA

**programa nacional
de explotación
minera**

Preparación de minerales



50015

PROGRAMA NACIONAL DE EXPLOTACION MINERA
Preparación de minerales

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS

Queda prohibida cualquier reproducción del Plan Nacional de la Minería, total o parcialmente, sin el consentimiento de la Dirección General de Minas

Depósito legal : M 29744/1971

IMPRESA NACIONAL DEL BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO

El «Estudio de preparación de minerales» constituye la sección undécima del Programa Nacional de Explotación Minera, que a su vez está integrado dentro del Plan Nacional de la Minería, como capítulo segundo.

El Plan Nacional de la Minería consta de una Introducción general y de los cuatro capítulos siguientes:

CAPITULO I

Programa Nacional de Investigación Minera.

CAPITULO II

Programa Nacional de Explotación Minera.

CAPITULO III

Programa Nacional de Legislación Minera.

CAPITULO IV

Programa Nacional de Política Social Minera.

GRUPO DE TRABAJO

Ponente:

José M.ª Fernández Becerril.

Vocales:

Carlos Bertrand Bertrand.

José M.ª Bretones Díaz.

Martín M.ª Cavanna Manso.

José González Sabariegos.

José M.ª Josa García.

Sebastián Martín Pérez.

José Luis Niño de Oláiz.

SUMARIO

0. INTRODUCCIÓN

0.1 Objeto del presente informe	17
0.2 Justificación de este estudio	17
0.3 Planificación del trabajo	17
0.3.1 Grupos de minerales estudiados	17
0.3.2 Inventario y fichas de instalaciones	17
0.3.3 Análisis de las fichas	18

1. INSTALACIONES DE PREPARACIÓN DE MINERALES EXISTENTES EN EL PAÍS Y FICHAS CONFORMADAS Y UTILIZADAS EN LA PREPARACIÓN DE ESTA MONOGRAFÍA

1.1 Instalaciones de preparación de minerales existentes	21
1.1.1 Relación numérica de las instalaciones según los grupos de trabajo	21
1.1.2 Número de instalaciones por provincias y grupos de trabajo	21
1.2 Relación numérica de las fichas conformadas y de las utilizadas	21

2. PREPARACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS

2.0 Introducción	25
2.0.1 Generalidades	25
2.0.2 Historia y evolución de la preparación del carbón	25
2.0.3 Origen y valoración de los datos empleados	26
2.0.4 Necesidad de la preparación para la obtención de calidades, de acuerdo con las exigencias del mercado	27
2.1 Características de los carbones españoles	27
2.1.1 Carbones incluidos y definiciones	27
2.1.2 Dificultades que pueden presentar en su preparación	27
2.2 Tendencias generales de la preparación de minerales en la tecnología moderna, aplicadas al carbón	27
2.3 Instalaciones actuales y sus características	27
2.3.1 Cuadro sinóptico general	28
2.3.2 Estadísticas y clasificación de las distintas instalaciones	29
2.3.3 Cuadros sinópticos particulares	31
2.4 Instalaciones en construcción, en proyecto o modernización	35
2.4.1 Tendencia del sector	35
2.4.2 Finalidad de las modernizaciones	36
2.5 Deducciones de los datos estadísticos	36
2.6 Incidencia sobre la contaminación ambiental de las instalaciones de preparación y recuperación de aguas residuales	36
2.7 Recomendaciones	36

3. PREPARACIÓN DE MINERALES DE HIERRO

3.0 Introducción	39
3.0.1 Generalidades del sector	39
3.0.2 Historia y evolución de la preparación de minerales de hierro	39

3.0.3 Necesidad de la preparación para la obtención de calidades, de acuerdo con las exigencias del mercado

3.1 Características de las menas de hierro españolas	40
3.1.1 Menas incluidas	40
3.1.2 Dificultades que pueden presentarse en su preparación	41
3.2 Tendencias generales de la preparación de minerales en la tecnología moderna, aplicadas al sector	42
3.3 Instalaciones actuales y sus características	43
3.3.1 Origen y valoración de los datos empleados	43
3.3.2 Instalaciones	44
3.3.3 Operaciones	46
3.3.4 Servicios varios	46
3.3.5 Aprovechamiento de las instalaciones	48
3.4 Instalaciones en construcción, proyecto o modernización	51
3.5 Conclusiones	51

4. PREPARACIÓN DE PIRITAS, MINERALES COMPLEJOS Y COBRIZOS

4.0 Introducción	55
4.1 Instalaciones actuales y sus características	55
4.1.1 Cuadros sinópticos	55
4.1.2 Comentarios a los cuadros anteriores	56
4.1.3 Clasificación de las instalaciones por su capacidad nominal	56
4.2 Clasificación técnica de las instalaciones	58
4.2.1 Resumen de las clasificaciones de las plantas de trituración de piritas	58
4.2.2 Resumen de la clasificación de las plantas de concentración de piritas	59

5. PREPARACIÓN DE MINERALES DE PLOMO Y CINC

5.0 Introducción	63
5.0.1 Generalidades	63
5.0.2 Historia y evolución de la preparación de los minerales de plomo y cinc	63
5.0.3 Origen y valoración de los datos empleados	66
5.0.4 Necesidad de la preparación para la obtención de calidades, de acuerdo con las exigencias del mercado	66
5.1 Características de las menas españolas de plomo y cinc	67
5.1.1 Menas incluidas y definiciones	67
5.1.2 Dificultades que pueden presentarse en la preparación de los minerales de plomo y cinc	68
5.2 Tendencias generales de la preparación de minerales en la tecnología moderna aplicada al sector	68
5.2.1 Menas fuertes	68
5.2.2 Tendencias actuales y futuras	69
5.2.3 La preconcentración	69
5.2.4 La concentración gravimétrica	69
5.2.5 La flotación por espumas	69

	Páginas		Páginas		
5.3	Instalaciones actuales y sus características ...	69	la preparación de los minerales no metálicos ...	104	
5.3.1	Cuadro sinóptico general ...	70	8.2	Tendencias generales de la preparación de minerales no metálicos en la tecnología moderna ...	104
5.3.2	Estadística y clasificación de las distintas instalaciones ...	72	8.3	Instalaciones actuales y sus características ...	105
5.3.3	Cuadros sinópticos particulares ...	74	8.3.1	Cuadro sinóptico general ...	105
5.4	Instalaciones en construcción, proyecto o modernización ...	77	8.3.2	Grupo de instalaciones de preparación de sales potásicas ...	106
5.4.1	Tendencias del sector ...	78	8.3.3	Grupo de instalaciones de preparación de espato flúor ...	108
5.4.2	Finalidad de las modernizaciones ...	78	8.3.4	Grupo de instalaciones de preparación de caolín ...	110
5.5	Deducciones de los datos estadísticos ...	79	8.3.5	Grupo de instalaciones de preparación de feldespatos ...	112
5.6	Incidencia sobre la contaminación ambiental de las instalaciones de preparación y recuperación de las aguas residuales ...	80	8.3.6	Grupo de instalaciones de sales sódicas o sal común ...	113
5.6.1	El polvo ...	80	8.4	Instalaciones en construcción, proyecto o modernización ...	113
5.6.2	El ruido ...	80	8.4.1	Tendencias del sector ...	113
5.6.3	Los vapores ...	80	8.5	Incidencia sobre la contaminación ambiental de las instalaciones de preparación ...	114
5.6.4	La iluminación ...	80	8.6	Recomendaciones ...	114
5.6.5	La temperatura ambiente ...	81	8.6.1	Grupo de sales potásicas ...	114
5.6.6	Aguas residuales ...	81	8.6.2	Grupo del espato flúor ...	114
5.7	Recomendaciones ...	81	8.6.3	Grupo del caolín ...	114
5.7.1	En el orden administrativo ...	81	8.6.4	Grupo del feldespato ...	114
5.7.2	En el orden técnico ...	81	8.6.5	Grupo de las arcillas ...	114
5.7.3	En el orden económico ...	82	8.6.6	Grupo de la barita ...	114
5.7.4	En el orden estructural ...	82			
6.	PREPARACIÓN DE LOS MINERALES METÁLICOS VARIOS		9.	PREPARACIÓN DE ROCAS INDUSTRIALES	
6.0	Introducción ...	85	9.0	Introducción ...	117
6.1	Instalaciones actuales y sus características ...	85	9.1	Materiales considerados ...	117
6.1.1	Cuadro sinóptico general ...	85	9.2	Instalaciones actuales ...	117
6.1.2	Bismuto ...	85	9.2.1	Alcance de la encuesta ...	117
6.1.3	Estaño y wolframio ...	86	9.2.2	Características de las instalaciones ...	120
6.2	Calificación técnica de las instalaciones ...	87	9.2.3	Datos de funcionamiento ...	127
6.2.1	Resumen de las calificaciones de las instalaciones de estaño ...	87	9.2.4	Estadística y clasificación de las diferentes instalaciones ...	132
6.2.2	Resumen de las calificaciones de las instalaciones de wolframio ...	87	9.3	Deducciones de los datos estadísticos ...	137
6.3	Recomendaciones ...	87	9.4	Recomendaciones ...	138
7.	PREPARACIÓN DE LOS MINERALES RADIATIVOS		10.	LABORATORIOS NACIONALES DE PREPARACIÓN DE MINERALES	
7.0	Introducción ...	91	10.0	Introducción ...	141
7.0.1	Generalidades del sector ...	91	10.1	Evolución de la preparación de minerales ...	141
7.0.2	Historia y evolución de la preparación de minerales en el sector ...	91	10.2	Tendencias generales de la preparación de minerales en la tecnología moderna y su relación con los laboratorios ...	142
7.0.3	Origen y valoración de los datos empleados ...	94	10.2.1	Estados Unidos ...	143
7.0.4	Necesidad de la preparación para la obtención de calidades, de acuerdo con las exigencias del mercado ...	94	10.2.2	Inglaterra ...	144
7.1	Características de las menas españolas ...	94	10.2.3	Francia ...	144
7.2	Tendencias generales de la tecnología moderna de minerales radiactivos ...	95	10.2.4	Alemania ...	144
7.3	Instalaciones actuales y sus características ...	95	10.2.5	Rusia ...	144
7.4	Instalaciones en construcción, proyecto o modernización ...	98	10.2.6	Checoslovaquia ...	144
7.5	Deducciones de los datos estadísticos ...	98	10.2.7	Yugoslavia ...	144
7.6	Incidencias sobre la contaminación ambiental de las instalaciones de tratamiento de minerales radiactivos ...	98	10.2.8	Consecuencias directas de una tecnología insuficiente ...	144
7.7	Recomendaciones ...	99	10.3	Laboratorios nacionales y sus características ...	145
7.8	Referencias ...	99	10.3.1	Cenim ...	145
8.	PREPARACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS		10.3.2	Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. ...	145
8.0	Introducción ...	103	10.3.3	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid ...	145
8.0.1	Generalidades del sector ...	103	10.3.4	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo ...	146
8.0.2	Historia y evolución de la preparación de minerales en el sector ...	103	10.3.5	Instituto del Carbón de Oviedo ...	146
8.0.3	Origen y valoración de los datos empleados ...	103	10.3.6	Instituto Geológico y Minero de España ...	146
8.0.4	Necesidad de la preparación para la obtención de calidades, de acuerdo con las exigencias del mercado ...	104	10.3.7	Junta de Energía Nuclear ...	146
8.1	Características de los minerales no metálicos españoles ...	104	10.3.8	Resumen ...	146
8.1.1	Minerales incluidos ...	104	10.4	Recomendaciones ...	147
8.1.2	Dificultades que pueden presentarse en		11.	CONCLUSIONES ...	149
			12.	RECOMENDACIONES ...	153
			13.	ANEJO ...	157

0. INTRODUCCION

0.1 OBJETO DEL PRESENTE INFORME

El objeto que se persigue en este informe es realizar un estudio de la situación actual de la preparación de minerales en el país y proponer las medidas que, como consecuencia del mismo, puedan contribuir a mejorar esta importante rama de la minería.

El trabajo realizado queda recogido en la presente monografía, en la que se hace una exposición y análisis tanto de los sistemas empleados en la preparación y concentración de las sustancias minerales que en la actualidad se explotan, como de los restantes aspectos del sector y se establecen las recomendaciones que se consideran convenientes para un mejoramiento del mismo.

Se incluye también un capítulo dedicado a los principales laboratorios nacionales de preparación de minerales.

0.2 JUSTIFICACION DE ESTE ESTUDIO

La creciente demanda de minerales para atender las necesidades que el progresivo aumento del nivel de vida exige, tiene como consecuencia una disminución de las reservas conocidas de estas materias primas y obliga a la investigación y aprovechamiento de nuevos yacimientos de minerales, cada vez más pobres y de mayor complejidad, para cuyo beneficio es indispensable el empleo de técnicas muy avanzadas de preparación de minerales, que permitan obtener la máxima recuperación del mineral arrancado, en forma de concentrados que reúnan las condiciones de calidad y características físicas exigidas para su posterior utilización o tratamiento metalúrgico, todo ello en condiciones económicas rentables.

Por estas razones, la necesidad de disponer de nuevos métodos de preparación de minerales, cada vez más eficaces y económicos, constituye una realidad acuciante, lo que ha contribuido a intensificar el interés en el estudio y la investigación, tanto básica como aplicada, de esta especialidad, habiéndose conseguido importantes avances de estas técnicas, cuya aplicación está dando resultados extraordinariamente satisfactorios.

La evolución que la preparación de minerales está experimentando en los últimos años es tal, que el antiguo concepto que la consideraba como un arte, ya no es válido, pues constituye una ciencia y como tal, su aplicación debe hacerse con un verdadero rigor científico.

Lo anteriormente expuesto pone de manifiesto la gran importancia que la preparación de minerales tiene dentro de la minería y aconseja efectuar una revisión de la situación del sector en nuestro país, lo que constituye el objetivo de este trabajo.

0.3 PLANIFICACION DEL TRABAJO

Para la elaboración de esta Monografía ha sido necesaria una planificación del trabajo teniendo en cuenta, por una parte, la gran amplitud de su contenido, pues comprende el estudio de la preparación de toda clase de sustancias minerales, y por otra, la elevada dispersión de datos que habrán de utilizarse.

En primer lugar y para coordinar este trabajo con el de las diferentes ponencias dentro del Programa Nacional de Explotación Minera, se han agrupado, para su estudio, aquellos minerales de los que se ocupan, estableciendo así la conexión con ellas, para completar, mediante la información sobre la preparación de sus minerales, el estudio completo de la situación de la minería de que se trate.

Para la ejecución del trabajo ha sido preciso preparar un inventario de las instalaciones existentes y organizar la toma de todos los datos posibles sobre estas instalaciones. Esta labor se ha llevado a cabo mediante la preparación de un sistema de fichas.

El posterior estudio de los datos de estas fichas, junto con la información complementaria obtenida por otros conductos, es lo que ha servido de base para la confección de esta monografía.

0.3.1 GRUPOS DE MINERALES ESTUDIADOS

Teniendo en cuenta que la preparación de minerales afecta a todos los que se explotan en el país, se ha considerado conveniente, para una mejor coordinación con el trabajo de los diferentes grupos de trabajo, agrupar, como ya se ha dicho, aquellos minerales de los que ellas se ocupan y estudiar separadamente cada grupo desde el punto de vista de su preparación.

Estos grupos son los siguientes:

- Combustibles sólidos.
- Minerales de hierro.
- Piritas y minerales complejos y cobrizos.
- Minerales de plomo y cinc.
- Minerales metálicos varios.
- Minerales radiactivos.
- Minerales no metálicos.
- Rocas industriales.

0.3.2 INVENTARIO Y FICHAS DE INSTALACIONES

Este trabajo está basado en el estudio de las características de las plantas de preparación de minerales del país, y para ello ha sido necesario hacer el inventario de las mismas y recoger y ordenar todos cuantos datos pue-

dan servir para definir el tipo de instalación y sus características de funcionamiento.

Para llevar a cabo esta labor se han preparado tres clases de fichas que, con las denominaciones de: **MINERALES, CARBONES y ROCAS**, recogen los datos específicos de las instalaciones que tratan cada una de esta clase de sustancias.

Cada ficha comprende los siguientes datos:

- Nombre de la instalación.
- Empresa a que pertenece.
- Domicilio social.
- Situación geográfica y cronológica (término municipal, provincia y antigüedad de la instalación).
- Minerales o materiales tratados (procedencia, descripción mineralógica, tamaños de liberación, análisis químico completo).
- Datos técnicos de la instalación (capacidad nominal, tonelaje tratado y coeficiente de aprovechamiento ponderal, horas de marcha y paradas, coeficientes de eficacia mecánica y aprovechamiento de la instalación).
- Datos analíticos (producciones, leyes y rendimientos).
- Personal (técnicos, administrativos y obreros).
- Productividad (tonelaje/jornal obrero).
- Energía eléctrica (potencia y consumo).
- Abastecimiento de agua (procedencia y consumo).
- Estériles producidos (clase, almacenamiento y sistema de depuración de aguas residuales).
- Sistema de control (pesajes, toma de muestras, laboratorios).
- Consumos por tonelada tratada (fuerza motriz, agua, aceros, reactivos y otros materiales).
- Estadísticas de producción (tonelaje tratado y concentrados producidos).
- Datos complementarios y observaciones (proyectos de modificación, ampliación o construcción).
- Esquema de tratamiento «Flow-sheet».
- Descripción de la maquinaria.

La conformación de estas fichas, que se acompañan como anejo, ha constituido una ardua tarea no sólo por la gran cantidad de éstas, sino por la necesidad de someter a revisión un gran número de ellas.

Esta revisión, debida unas veces a la omisión de datos fundamentales por no disponer la empresa de ellos y otras a interpretaciones erróneas de los mismos, indica que la marcha y control de muchas de las instalaciones no se efectúa correctamente.

La toma y ordenación de datos sobre las instalaciones de preparación de minerales nacionales es la primera vez que se efectúa de una forma sistemática; por ello, y debido al gran número de instalaciones existentes y a la dispersión de los datos referentes a las mismas, no se ha podido realizar en su totalidad, pero ha permitido reunir la información básica suficiente para conocer y enjuiciar la actual situación del sector.

Este trabajo deberá ser completado, perfeccionado y mantenido al día, pues constituye un cúmulo de información ordenada del que no se había podido disponer hasta ahora y cuyo valor es inapreciable para el ejercicio de las funciones de la Administración en este sector.

0.3.3 ANALISIS DE LAS FICHAS

El estudio de las fichas se ha efectuado mediante un detenido análisis de las mismas por especialistas de cada sector, estableciendo los cuatro grupos de datos fundamentales siguientes: Instalación, operación, servicios varios y aprovechamiento de la instalación.

Cada uno de estos grupos comprende los siguientes datos:

Instalación

- Antigüedad.
- Sistema de tratamiento empleado.
- Maquinaria.

Operación

- Calidad de los productos obtenidos.
- Rendimiento de la operación.
- Sistema de control.
- Productividad.
- Consumo de energía y materiales.

Servicios varios

- Suministro de energía.
- Abastecimiento de agua.
- Almacenamiento y evacuación de estériles.
- Depuración de aguas residuales.

Aprovechamiento de la instalación

- Coeficiente de aprovechamiento ponderal.
- Coeficiente de aprovechamiento de la instalación.
- Coeficiente de eficacia mecánica.

Al objeto de hacer comparativos los datos de las distintas instalaciones y poder establecer el grado de bondad y eficacia de éstas, se ha preparado una «Hoja de calificación de las fichas», cuyo formato puede verse en el anejo, en la que se establece la puntuación que, de acuerdo con una escala de valoración previamente preparada, merece cada uno de los conceptos analizados.

Procediendo así se ha obtenido la calificación de los cuatro grupos de datos indicados, y la media de éstos da, aunque sólo sea aproximadamente, una idea de conjunto de la bondad de la instalación.

Las calificaciones se han hecho sobre 10 puntos, y los resultados finales se establecen de acuerdo con el siguiente baremo:

Optima.....	10 puntos
Buena.....	8 a 10 »
Aceptable.....	6 a 8 »
Deficiente.....	5 a 6 »
Mala.....	3 a 5 »
Pésima.....	0 a 3 »

Es necesario advertir que estas calificaciones, deducidas solamente de los datos consignados en las fichas, no pueden ser consideradas con un criterio estricto sobre la calidad de las instalaciones, sino más bien como un índice comparativo que permita tener una idea del grado de bondad de las mismas.

**1. INSTALACIONES DE PREPARACION DE MINERALES EXISTENTES
EN EL PAIS Y FICHAS CONFORMADAS Y UTILIZADAS EN LA
PREPARACION DE ESTA MONOGRAFIA**

1.1 INSTALACIONES DE PREPARACION DE MINERALES EXISTENTES

1.1.1 RELACION NUMERICA DE LAS INSTALACIONES SEGUN LOS GRUPOS DE TRABAJO

De acuerdo con los datos facilitados por las Secciones de Minas de las Delegaciones del Ministerio de Industria, el número de instalaciones de preparación de minerales existentes, clasificadas según que su capacidad sea superior o inferior a 50 toneladas en veinticuatro horas, es, para las sustancias que comprende cada Grupo de Trabajo, el siguiente:

	NUMERO DE INSTALACIONES		
	+ 50 t.	- 50 t.	Total
Combustibles sólidos	126	10	136
Minerales de hierro	32	35	67
Piritas y minerales complejos y cobrizos	19	—	19
Minerales de plomo y cinc ...	65 (1)	5	70
Minerales metálicos	24	15	39
Minerales radiactivos	1	—	1
Minerales no metálicos	79	79	158
Rocas industriales.....	745	482	1.227
TOTAL	1.091	626	1.717

(1) En las 65 instalaciones están incluidas 10 de espato flúor que producen plomo y cinc como subproductos.

Las instalaciones de menos de 50 toneladas, y en particular las de rocas industriales, carecen prácticamente de importancia.

1.1.2 NUMERO DE INSTALACIONES POR PROVINCIAS Y GRUPOS DE TRABAJO

La relación numérica de las instalaciones por provincias y grupos de trabajo es la que se indica en el siguiente cuadro (ver cuadro 1.1 - 1).

1.2 RELACION NUMERICA DE LAS FICHAS CONFORMADAS Y DE LAS UTILIZADAS

Como se dijo anteriormente, el trabajo de conformación de las fichas correspondientes a las instalaciones de preparación de minerales no se refiere a su totalidad, a causa del gran número de instalaciones, pero sí a todas las consideradas como más importantes.

En el cuadro 1.2 - 1 se incluye el número de fichas conformadas y el de fichas utilizadas. El número de estas últimas es menor que el de las conformadas, debido a que algunas fichas, por estar incompletas, con errores, o por retraso en su envío, no se han podido utilizar.

CUADRO 1.1 - 1

Provincia	Combustibles sólidos	Minerales de hierro	Piritas y min. complejos y cobrizos	Minerales de plomo y cinc	Minerales metálicos	Minerales radiactivos	Minerales no metálicos	Rocas industriales	TOTAL
Alava	—	—	—	—	—	—	—	4	4
Alicante	—	—	—	—	—	—	1	14	15
Albacete	—	—	—	10	—	—	10	27	47
Almería	—	—	—	—	1	—	9	52	62
Ávila.....	—	—	—	—	—	—	—	8	8
Badajoz	—	3	—	2	3	—	—	8	16
Baleares.....	6	—	—	—	—	—	5	62	73
Barcelona.....	4	—	—	—	—	—	4	44	52
Burgos.....	2	—	—	—	—	—	6	37	45
Cáceres	—	—	—	—	3	—	—	2	5
Cádiz	—	—	—	—	—	—	1	4	5
Castellón	—	—	—	—	—	—	—	3	3
Ciudad Real	1	—	—	—	1	—	—	1	3
Córdoba.....	2	—	—	7	4	—	5	5	23
Coruña	1	—	—	—	9	—	3	50	63
Cuenca	—	—	—	—	—	—	18	25	43
Gerona	—	—	—	—	—	—	2	5	7
Granada	—	4	—	3	—	—	6	46	59
Guadalajara	—	—	—	—	—	—	17	19	36
Gulpúzcoa	—	—	—	1	—	—	1	36	38
Huelva	1	—	18	—	—	—	—	—	19

CUADRO 1.1-1 (continuación)

Provincia	Combustibles sólidos	Minerales de hierro	Piritas y min. complejos y cobrizos	Minerales de plomo y cinc	Minerales metálicos	Minerales radiactivos	Minerales no metálicos	Rocas industriales	TOTAL
Huesca	—	—	—	—	—	—	—	9	9
Jaén	—	3	—	16	—	1	2	20	42
Las Palmas	—	—	—	—	—	—	—	25	25
Lérida	—	—	—	1	—	—	—	6	7
León	52	2	—	1	—	—	—	4	59
Logroño	—	2	—	—	—	—	5	—	7
Lugo	—	—	—	—	—	—	—	27	27
Madrid	—	—	—	—	2	—	6	87	95
Málaga	—	3	—	—	—	—	6	31	40
Murcia	—	1	1	20	—	—	6	91	119
Navarra	—	—	—	—	—	—	7	35	42
Orense	—	—	—	—	1	—	—	74	75
Oviedo	41	—	—	—	2	—	10	5	58
Palencia	19	—	—	—	1	—	—	17	37
Pontevedra	—	—	—	—	—	—	—	46	46
Salamanca	—	—	—	—	6	—	1	8	15
Santander	2	5	—	4	—	—	4	50	65
Sevilla	1	—	—	—	—	—	2	15	18
Segovia	—	—	—	—	—	—	—	11	11
Soria	—	—	—	—	—	—	—	5	5
Tenerife	—	—	—	—	—	—	—	4	4
Teruel	4	2	—	1	—	—	2	2	11
Tarragona	—	—	—	3	—	—	1	8	12
Toledo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Valencia	—	—	—	—	—	—	9	18	27
Vizcaya	1	42	—	1	—	—	2	99	145
Valladolid	—	—	—	—	—	—	—	31	31
Zamora	—	—	—	—	6	—	1	14	21
Zaragoza	—	—	—	—	—	—	6	33	39
TOTAL	137	67	19	70	39	1	158	1.227	1.717

En el cuadro 1.2-1 se incluyen asimismo los porcentajes de las fichas utilizadas en relación con el número de instalaciones existentes y con la producción total dentro de cada grupo de trabajo.

CUADRO 1.2-1

GRUPO DE TRABAJO	NUM. DE FICHAS		REPRESENTATIVIDAD DE LAS FICHAS UTILIZADAS	
	Conformadas	Utilizadas	Sobre el núm. de instalaciones — Porcentaje	Sobre producción nacional — Porcentajes
Combustibles sólidos	96	79	58,0	73,3
Minerales de hierro	30	23	34,3	72,1
Piritas y minerales complejos y cobrizos	17	14	73,6	91,0
Minerales de plomo y cinc	70	45	64,3	90,3
Minerales metálicos varios	19	16	41,0	72,0
Minerales radiactivos	1	1	100,0	100,0
Minerales no metálicos	125	113	71,5	80,0
Rocas industriales	367	271	22,0	20,6
TOTAL	725	562	32,7	75,0

El porcentaje de representatividad de las fichas utilizadas según los tres grupos de MINERALES, CARBONES y ROCAS, es el siguiente:

	REPRESENTATIVIDAD SOBRE	
	Núm. de instalaciones — Porcentajes	Producción — Porcentajes
Minerales	60	84,1
Carbones	58	73,3
Rocas	22	20,6

2. PREPARACION DE COMBUSTIBLES SOLIDOS

2.0 INTRODUCCION

2.0.1 GENERALIDADES

El objeto de este trabajo es estudiar la situación de la preparación de combustibles sólidos en el país y proponer, como consecuencia, las recomendaciones que se consideraran necesarias para su posible mejoramiento.

Este trabajo constituye el complemento de la monografía de Minería de Combustibles Sólidos, y por ello su preparación ha sido debidamente coordinada con aquélla.

Se comienza por incluir en un cuadro las producciones por provincias de cada una de las clases de combusti-

bles, estableciendo los porcentajes que a cada una corresponden; se pasa después a una exposición sobre la historia y evolución de las técnicas de la preparación del carbón para entrar en el estudio de otra serie de factores, tales como: necesidad de la preparación para la obtención de calidades comerciales; características de los combustibles sólidos y dificultades que pueden presentar en su preparación; tendencias generales de la tecnología moderna. Por último se hace un estudio exhaustivo de las instalaciones existentes, para determinar la situación del sector.

Se observa que la provincia con mayor número de minas de lignito es Teruel, seguida de Baleares y Barcelona; de hulla, Oviedo, seguida de León, y de antracita, León, seguida de Oviedo y Palencia.

La provincia con mayor producción de lignito es Teruel, seguida de Barcelona y Coruña; de hulla, Oviedo, seguida de León y Ciudad Real, y de antracita, León, seguida de Oviedo y Palencia.

Entre León y Oviedo suministran el 69,95 por 100 de la producción nacional, León con el 24,87 por 100 y Oviedo con el 45,08 por 100.

La gran cantidad de minas existentes y la escasa producción de la mayor parte de ellas, así como su distribución geográfica, ha sido una de las causas de que las instalaciones de preparación del carbón en España no siguieran el mismo desarrollo que en otros países.

2.0.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA PREPARACION DEL CARBON

En un principio, la preparación del carbón en España se limitó al escogido a mano de las pizarras más gruesas del cribado, pues no se utilizaban más que éstas, desechando los menudos y finos, que se vertían en escombreras. Así, pues, el aprovechamiento era muy limitado y las pérdidas considerables. No era necesaria ninguna clase de instalación, utilizándose únicamente mano de obra.

Más adelante, al pensar en el aprovechamiento de los menudos, sin previa separación de los finos, se pensó en servirse de la diferencia de densidades entre el carbón y la pizarra y demás impurezas que le acompañaban, para conseguir su estratificación en capas homogéneas, naciendo el procedimiento gravimétrico en su más elemental concepción.

Surge entonces la preparación a base de cribas móviles, manejadas manualmente. Una caja, cuyo fondo era una criba, en la que se colocaba el carbón bruto, era sumergida y elevada alternativamente a mano en una cuba

NUMERO DE MINAS O GRUPOS MINEROS Y PRODUCCION POR PROVINCIAS

	Número minas o grupos mineros	Toneladas/año	Porcentaje sobre la clase	Porcentaje sobre el sector
<i>Lignito</i>				
Baleares.....	10	140.533	5,13	0,98
Barcelona.....	8	519.538	18,96	3,62
Coruña.....	1	346.794	12,66	2,41
Gerona.....	1	600	0,02	0,003
Granada.....	1	300	0,01	0,002
Lérida.....	6	80.271	2,93	0,56
Santander.....	2	914	0,03	0,005
Teruel.....	22	1.632.650	59,58	11,36
Zaragoza.....	3	18.744	0,68	0,13
TOTAL.....	54	2.740.344	100,00	19,07
<i>Hulla</i>				
Ciudad Real.....	4	615.321	6,95	4,20
Córdoba.....	2	205.639	2,32	1,43
León.....	16	1.850.622	20,90	12,89
Oviedo.....	35	5.917.494	66,84	41,20
Palencia.....	3	110.923	1,25	0,77
Sevilla.....	2	153.805	1,74	1,07
TOTAL.....	62	8.853.804	100,00	61,63
<i>Antracita</i>				
Burgos.....	1	9.204	0,33	0,07
Córdoba.....	1	161.428	5,82	1,12
León.....	64	1.722.370	62,12	11,99
Lérida.....	1	12.045	0,43	0,08
Oviedo.....	21	557.751	20,12	3,88
Palencia.....	15	310.013	11,18	2,18
TOTAL.....	103	2.772.811	100,00	19,30

con agua; merced a estas sucesivas operaciones se lograba una estratificación en la que el carbón ocupaba la parte superior, de la cual era periódicamente evacuado. La operación era discontinua.

Después de pasar por varias vicisitudes, entre las cuales es de destacar el procedimiento ideado para facilitar el movimiento de la criba, que consistió en colgarla mediante un contrapeso, se pensó en mover el agua en vez de la criba, con lo que el efecto era el mismo, pero la operación podía dejar de ser manual al ser posible producir la impulsión del agua por un émbolo o pistón.

Así nacieron las llamadas cajas de pistón, que aún hoy día se utilizan en muchas instalaciones de preparación. Los defectos propios de las cajas de pistón fueron subsanándose con la experiencia acumulada, hasta llegar al máximo perfeccionamiento de su técnica. Llegado éste, se pensó en sustituir la acción del pistón por otro dispositivo que al mismo tiempo que eliminase los defectos inherentes al uso del pistón en el movimiento del agua, fuese capaz de producir las mismas corrientes ascensionales necesarias para conseguir la movilidad del lecho, factor indispensable para poder conseguir la estratificación del lecho por densidades. La solución fue el aire comprimido.

Mediante pulsaciones de aire comprimido se consiguió obtener la movilidad del lecho de una manera más perfecta que con el pistón, al ser igual la presión a que se somete el fondo del lecho en toda la superficie de la criba.

Esto fue un adelanto importante, pues permitió obtener un mejor rendimiento, una mejor calidad y un aumento en la capacidad de las cajas. Ya a principios de siglo empezaron a funcionar en España las primeras cajas de pulsación neumática, en su versión original. Las utilizaron dos instalaciones: una en la provincia de Córdoba y otra en la de Oviedo, que estuvieron en servicio unos sesenta años.

Paralelamente a la evolución de las cajas de pistón se produjo la de los lavaderos de canales, que producen la separación aprovechando no sólo la diferencia de densidades, sino también el efecto de la corriente de agua, que en este caso en vez de ser ascensional es horizontal, con lo que los granos son arrastrados por la corriente y depositados a diferentes distancias, según su forma y densidad.

El procedimiento evolucionó hasta llegar a su forma más desarrollada: reolavador. El primero instalado en España lo fue en la década de los años 10, y estuvo en funcionamiento hasta hace pocos años; actualmente existen en España varias explotaciones que utilizan este procedimiento, aunque hace bastantes años que no existe ni en proyecto, ni en construcción instalación de este tipo en ninguna parte del mundo, pues se alcanzan mejores resultados con otros procedimientos.

Para el lavado de los finos se comenzó simplemente dejándolos sedimentar en balsas, eliminando por decantación parte de la arcilla y alguna otra impureza que contenían. La depuración era muy imperfecta, no lográndose, en muchos casos, reducir convenientemente su contenido en cenizas.

Se pensó entonces en flotar el carbón por medio de agentes espumantes, procedimiento que todavía se emplea, y que no ha alcanzado aún su plenitud, siendo objeto de continuos estudios por parte de los investigadores de todos los países interesados en el desarrollo de esta técnica.

Ultimamente se ensaya, para el lavado de los finos, el empleo de hidrociclones, existiendo alguna instalación de este tipo en España.

Al basarse la depuración del carbón en la diferencia de densidades de los elementos que componen el bruto, se pensó en obtener su separación por medio de soluciones o de suspensiones que tuvieran una densidad intermedia entre la del carbón y la de las impurezas que le acompañan, dando origen al procedimiento llamado de líquidos densos.

Pronto se abandonó la idea, excepto en los laboratorios, de utilizar soluciones, debido a las carestias de éstas que hace prohibitivo su uso industrial, llegándose a la conclusión de que el empleo de suspensiones de sólidos en agua era factible, bajo ciertas condiciones, y su utilización económicamente posible, entre otras cosas por la posibilidad de recuperar el medio denso empleado.

Pronto se vio que este procedimiento, de medios densos estáticos, sólo era aplicable para la depuración de granos, pues en los tamaños finos, el tiempo de permanencia de éstos en la suspensión impedía que los aparatos tuvieran una capacidad suficiente para su empleo industrial; aparece entonces en los últimos años de la década de los 40 el procedimiento de centrifugación en medios densos, que alcanzó su pleno desarrollo en el año 1954 y que hoy día está en plena expansión, siendo el procedimiento que, en la mayoría de los casos, da mejores resultados; en España hay varias instalaciones que utilizan este procedimiento.

2.03 ORIGEN Y VALORACION DE LOS DATOS EMPLEADOS

Los datos empleados han sido facilitados por las empresas del sector y controlados por las Secciones de Minas correspondientes de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria.

Para su valoración se dividen en cuatro apartados, que son:

- Instalación,
- Operación,
- Servicios varios,
- Aprovechamiento de la instalación,

los cuales, a su vez, se subdividen en varios conceptos para poder calibrar mejor el estado de cada uno de los componentes de la instalación.

La calificación se ha hecho sobre cada uno de estos conceptos, dando origen a cuatro calificaciones finales, una por cada apartado, y una quinta, media de los anteriores, que sólo da una idea de conjunto del estado de la instalación, siendo las parciales las que permiten conocer mejor cómo se encuentran las diferentes partes que constituyen la instalación.

Se recuerda que estas calificaciones se han hecho sobre 10, y los resultados finales se resumen con arreglo al baremo siguiente:

Optima	9 y 10
Buena	8
Aceptable	6 y 7
Deficientes	5
Malas	4 y 3
Pésima	menos de 3

2.0.4 NECESIDAD DE LA PREPARACION PARA LA OBTENCION DE CALIDADES DE ACUERDO CON LAS EXIGENCIAS DEL MERCADO

En España los carbones brutos vienen acompañados de impurezas, principalmente pizarras, que hacen que su contenido en cenizas varíe entre el 15 y el 50 por 100, lo cual impide su aprovechamiento industrial al estado nativo, siendo, pues, necesaria una depuración que baje este contenido en cenizas a ciertos límites, de acuerdo con el uso a que va a ser destinado el combustible.

Estos límites van del 6 al 7 por 100 de cenizas para los carbones con destino a la fabricación del coque para la siderurgia; del 20 al 30 por 100 de cenizas para los destinados a la fabricación del cemento, y del 30 al 50 por 100 de cenizas los destinados a las centrales térmicas. Existen algunos otros mercados reducidos, como el de fabricación de electrodos, que necesitan carbones con menos del 1 por 100 de cenizas; los de fabricación de ovoides para el consumo doméstico, con el 9 por 100 de cenizas, y los destinados a calderas de calefacción de funcionamiento automático, que precisan antracitas con el 2 al 3 por 100 de cenizas.

A estas distintas exigencias del mercado se adaptan las diferentes clases de carbones, y lo mismo ocurre con las instalaciones, ya que cuanto menor sea el contenido en cenizas que se desea obtener, más precisos y técnicamente estudiados han de ser los aparatos que se utilicen para efectuar la depuración. Además hay que tener en cuenta que, para un mismo contenido en cenizas, unos carbones son más fáciles de lavar que otros —índice de lavabilidad—, lo que condiciona también la precisión de los aparatos utilizados.

2.1 CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES ESPAÑOLES

2.1.1 CARBONES INCLUIDOS Y DEFINICIONES

Aunque hay algunas explotaciones de turba, no se incluyen en esta monografía, puesto que no requieren instalaciones de preparación, y únicamente se cita una de la provincia de Burgos en la cual existe una instalación de trituración y ensacado, pero no aparecerá en los cuadros sinópticos.

La turba es el término más joven de los carbones; se emplea en las regiones donde son escasos otros combustibles, deja pocas cenizas, pero tiene un porcentaje alto de humedad y ocupa mucho volumen. Su potencia calorífica es del orden de 2.000-2.500 calorías por kilogramo.

El lignito es el carbón mineral intermedio entre la turba y la hulla, tiene un gran contenido de humedad y su poder calorífico es de 2.500 a 5.000 calorías por kilogramo.

La hulla contiene de un 10 ó 12 por 100 a 40 por 100 de materias volátiles; su poder calorífico es de 6.000 a 7.500 calorías por kilogramo.

2.1.2 DIFICULTADES QUE PUEDEN PRESENTAR EN SU PREPARACION

En general, en la preparación del carbón no hay dificultades importantes, siempre que se empleen los sistemas o aparatos apropiados a cada clase del mismo.

La mayor dificultad se presenta en el lavado de finos y schlamms, cuya técnica aún no ha avanzado lo suficien-

te para poder llegar a los resultados que se obtienen con los otros clasificados; es un problema que se sigue estudiando y preocupa a todos los investigadores.

Existe un límite inferior en el contenido de cenizas del depurado que varía para cada carbón, y por debajo del cual no pueden obtenerse resultados económicos satisfactorios. Esto hace que en algunos carbones no puedan conseguirse lavados comerciales, debiendo consumirse como mixtos.

2.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA PREPARACION DE MINERALES EN LA TECNOLOGIA MODERNA, APLICADAS AL CARBON

La tendencia actual en la preparación del carbón es el empleo del procedimiento por líquidos densos para los granos y el menudo; para los granos, medio denso estático, conseguido, en general, por una suspensión de magnetita finamente molida en agua; para los menudos el método de centrifugación en medio denso, conseguido también por la suspensión de magnetita, más finamente molida, en agua.

Para la aplicación de estos métodos existen varios aparatos especialmente diseñados que varían bastante en su concepción y algo menos en sus resultados; es muy importante conocer previamente las características de funcionamiento de cada uno de ellos para poder prever los resultados que se obtendrán con un bruto determinado, pues cuando el tonelaje a tratar es importante, una pequeña variación en éste puede suponer una recuperación mucho mayor de producto vendible, con un mismo contenido en cenizas y con los mismos o parecidos gastos para su obtención.

Para la depuración de los finos y schlamms la tendencia general es el empleo del método de flotación con espumantes, que está siendo objeto de continuas investigaciones, pues la imperfección obtenida con este método es alta y son los productos que en el mercado tienen menores precios. Puede decirse que esta técnica no está todavía lograda, aunque sin duda alguna es el método más empleado en la actualidad.

Existen otros aparatos, como el *jig* antisucción, con el que se obtienen normalmente mejores resultados que con la flotación con espumantes, pero son de poca capacidad, por lo que se está intentando aumentarla sin perjuicio para la calidad de los productos.

De ambos métodos existen instalaciones en España, siendo mucho más numerosas las de la flotación.

2.3 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

En los cuadros que siguen se consignan los datos más importantes de cada planta de preparación de carbón considerada entre las existentes en España. Los datos numéricos recogidos se refieren a la marcha de las instalaciones durante los años 1969-1970.

Como base para la redacción de esta monografía sólo ha sido posible cumplimentar las fichas correspondientes a 96 instalaciones de las 136 existentes, o sea, el 70,6 por 100, y entre aquéllas, cuatro están incompletas y 16, por haberse recibido con retraso, no se han tenido en cuenta, lo cual representa un 73,3 por 100 sobre la producción nominal de carbones del año 1968.

Se comienza por el cuadro 2.3-1, en el que figuran todas las instalaciones controladas por medio de las fichas, indicando en cada caso:

- Número de la ficha general asignado por el Grupo de Trabajo de Preparación de minerales del PNEM.
- Nombre de la instalación.
- Provincia a que pertenece.
- Capacidad nominal en toneladas-veinticuatro horas.
- Tonelaje anual tratado.
- Producción anual de carbones depurados, en toneladas.

A continuación se establece una serie de cuadros, en los que se clasifican las distintas plantas estudiadas según las agrupaciones siguientes:

- Cuadros 2.3-2 y 2.3-3. Sistema de tratamiento.
- Cuadro 2.3-4. Provincias.
- Cuadro 2.3-5. Capacidad nominal de la planta.
- Cuadro 2.3-6. Antigüedad de la instalación.

En cada uno de estos cuadros se indica:

- Número de las instalaciones de cada grupo.
- Tonelaje anual tratado en cada grupo.
- Producción anual de cada grupo en toneladas de lavado, indicando el tanto por ciento que dicha producción representa en la producción controlada.

Finalmente se ofrecen unos cuadros sinópticos particulares en los que figuran algunas de las calificaciones y características más importantes de diseño y funcionamiento de las plantas, que nos permiten analizar el grado de tecnología empleado y la eficacia obtenida en las instalaciones actuales. Para ello se han confeccionado los cuadros siguientes:

- Cuadro 2.3-7. Sistema de tratamiento empleado.
- Cuadro 2.3-8. Control de funcionamiento.
- Cuadro 2.3-9. Eficacia mecánica.
- Cuadro 2.3-10. Calificación media de los conceptos valorados en las fichas.
- Cuadro 2.3-11. Cuadro de productividad en toneladas por jornal-obrero.
- Cuadro 2.3-12. Calificación de las instalaciones de lignito.
- Cuadro 2.3-13. Calificaciones de las instalaciones de hulla.
- Cuadro 2.3-14. Calificación de las instalaciones de antracita.
- Cuadro 2.3-15. Calificación conjunta de todas las instalaciones.

2.3.1 CUADRO SINOPTICO GENERAL

En el cuadro 2.3-1 se relacionan todas las instalaciones cuyos fichas han sido cumplimentadas.

CUADRO SINOPTICO GENERAL

CUADRO 2.3-1

Núm. ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal t/24 h.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL TONELADAS		
					Lignito	Hulla	Antracita
4	El Porvenir	Córdoba	2.400	76.320			60.452
38	Vallcobre	Barcelona	720	101.500	85.659		
39	Figols	»	4.800	680.214	254.323		
40	Collot	»	1.080	173.030	135.923		
41	Centro	Ciudad Real	3.800	874.874		630.793	
42	Ntra. Sra. Lourdes	»	200	21.184		16.947	
68	Rómulo	Teruel	720	52.820	47.520		
69	Carboneo	»	4.800	935.856	935.856		
70	Catalano Aragonesa	»	480	64.718	64.178		
71	Utrillas	»	1.362	354.024	229.159		
87	Santibáñez	Palencia	840	94.211			74.855
131	Majadillas	»	1.495	105.742			75.811
241	Barruelo	»	2.000	104.198		70.207	
285	San Claudio	»	750	28.591			25.522
323	Vasco Cantabra	»	60	2.025			1.972
326	Figaredo	Oviedo	3.200	587.900		364.500	
331	La Rasa	»	360	24.535			24.535
332	Piedra Preciosa	»	360	9.000			26.100
334	Villares	»	2.400	88.835			71.267
377	Valdegares	Palencia	60	13.796			11.497
378	Isidro y María	»	200	30.255			22.688
379	Valdehaya	»	125	21.859			15.667
380	San Luis	»	240	28.058			58.517
381	Mieres	Oviedo	5.400	1.153.256		594.726	
382	Olloniego	»	2.400	337.680		182.047	
383	Ablaña	»	1.440	216.724		133.848	
384	Turón	»	4.320	667.713		415.060	
385	Sevilla	»	3.600	905.751		439.900	
386	María Luisa	»	3.240	505.403		289.200	
387	Entrego	»	2.000	206.275		95.400	
388	Carrecera	»	6.000	1.611.600		863.100	
389	Samuño	»	2.400	316.133		153.500	
390	Modesta	»	2.550	431.433		234.000	
391	Constantina	»	100	12.930		8.350	
392	Camocho	»	2.600	551.364		301.428	
412	Lieres	»	2.400	211.922		169.477	
413	Florida	»	945	139.315			131.562
414	Monasterio	»	720	55.018			47.844
415	María II	»	400	14.896			12.848
416	Llascaras	»	2.304	328.646		177.800	
417	Santa Eulalia	»	1.500	114.250		63.000	
422	Pumarabulo	»	4.200	332.127		188.900	

Núm. ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal t/24 h.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL TONELADAS		
					Lignito	Hulla	Antracita
423	Mosquitara.....	Oviedo	3.100	472.926			
435	Hullasa.....	»	1.770	142.660		248.730	
506	San Cebrían	Palencia	1.800	58.370		78.463	
507	Las Esperanzas	Oviedo.....	600	44.422		40.716	
508	Carmencita	»	240	41.056			33.402
511	María Once	»	600	37.007			39.100
512	Pedraforca.....	Barcelona	400	47.780	33.446		63.907
539	González y Diez	Oviedo.....	2.730	82.057			62.874
557	Victorina.....	León.....	960	79.240			63.400
558	18 Guadalupe	»	1.440	62.941			55.293
559	María Paulina	»	6.000	471.852			368.743
560	M. S. Ponferrada (Antracita)	»	1.200	238.926			156.121
561	Llama de Colle	»	1.560	50.939		40.204	
562	Recueiga.....	»	1.900	336.305			190.420
563	Caboalles de Arriba	»	1.200	206.270		179.270	
564	Santa Lucía	»	6.000	754.730		527.873	
565	Matallana	»	1.800	162.615		109.308	
570	Alto Bierzo	»	1.680	70.600			50.900
571	Valdesamario	»	480	12.170			9.362
572	Sta. Lucrecia	»	67	8.900			7.120
573	Bienvenida	»	44	3.300			2.488
574	Pola de Laviana	»	87	11.100			7.984
577	Olvido	»	360	26.800			19.600
578	Industria.....	»	1.200	88.884			60.460
579	Nalona.....	»	120	15.122			11.981
580	Quiquis	»	300	24.000			21.085
581	Carbonifera	»	600	33.306			26.645
582	Angustias	»	900	62.383			51.906
583	Peñarrosa	»	1.100	81.220			55.442
584	Avelino y Eladio	»	240	10.800			9.593
585	M. S. Ponferrada (Hulla)	»	4.800	644.877		463.548	
586	Vegamediana	»	3.200	435.985		11.700	
587	Morugas	»	280	2.184			1.763
588	La Africana	»	600	15.642			12.596
	TOTAL		130.329	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

Se observa que la capacidad normal total de las plantas catalogadas alcanza una cifra anual de

$$130.329 \times 300 = 39.098.700 \text{ t.}$$

y que el tonelaje anual tratado por esas mismas instalaciones es de 17.423.330 toneladas, lo que supone un coeficiente de aprovechamiento ponderal medio de las instalaciones de

$$\frac{17.423.330}{39.098.700} \times 100 = 44,6 \text{ por } 100$$

Esta cifra es muy baja, aun teniendo en cuenta que en casi todas las instalaciones sólo trabajan uno o dos relevos.

La producción anual total se resume de la manera siguiente:

Clase	T/año, controladas	Porcentaje
Lignito	1.786.064	15,9
Hulla	7.387.995	65,9
Antracita	2.043.322	18,2
TOTAL	11.217.381	100,0

El tanto por ciento de la producción nacional de las instalaciones catalogadas en el cuadro 2.3-1 se calcula así:

$$\text{Lignito} = \frac{1.786.064}{2.862.309} \times 100 = 62,4 \%$$

$$\text{Hulla} = \frac{7.387.995}{9.459.557} \times 100 = 78,1 \%$$

$$\text{Antracita} = \frac{2.043.322}{2.831.754} \times 100 = 72,2 \%$$

Lo que da una idea de la representatividad de las referidas instalaciones.

2.3.2 ESTADISTICA Y CLASIFICACION DE LAS DISTINTAS INSTALACIONES

En los cuadros 2.3-2 y 2.3-3 se clasifican, según el sistema de tratamiento, el número de instalaciones y las producciones de las mismas, respectivamente.

En los cuadros 2.3-4, 2.3-5 y 2.3-6 se establecen las agrupaciones por provincias, según tipo de carbón, capacidad normal y antigüedad de las plantas.

2.3.2.1 Comentarios al cuadro 2.3-4

DISTRIBUCIÓN POR PROVINCIAS

El máximo tonelaje actual lo tiene Oviedo.

De los cuadros que figuran en la página siguiente puede observarse la preponderancia de la hulla sobre el lignito y la antracita, pues la producción de aquella es casi el doble de estos dos juntos.

PRODUCCIONES SEGUN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Sistema de tratamiento	Lignito	Hulla	Antracita	Total	Porcentaje
Sin lavar	1.415.392	265.601	656.539	2.337.532	21,04
Escogido a mano	25.354	139.560	3.765	168.679	1,52
Decantación	2.668	122.528	46.800	171.996	1,55
Canales	—	39.974	29.910	69.884	0,63
Rheolavadores	12.712	489.238	190.420	692.370	6,23
Espirales	—	18.855	—	18.855	0,17
Cajas de pistón	206.786	375.885	83.499	660.080	6,00
Pulsación neumática	—	2.942.796	421.118	3.363.914	30,28
Remer-Wemco	—	36.162	27.782	63.944	0,58
Medios densos estáticos	75.341	1.090.897	533.576	1.699.814	15,30
Centrifugación en medios densos	—	970.406	7.200	977.606	8,80
Depuración neumática	47.520	—	—	47.520	0,43
Flotación	—	745.602	42.856	788.458	7,10
Hidrociclones	—	41.307	—	41.307	0,37
TOTALES	1.785.773	7.278.811	2.043.375	11.107.959	100,00

CUADRO 2.3-3

NUMERO DE INSTALACIONES SEGUN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO EMPLEADO

Sistema de tratamiento	Lignito	NUMERO DE INSTALACIONES		Total	Porcentaje
		Hulla	Antracita		
Escogido a mano	1	7	3	11	5,64
Decantación	1	2	14	17	8,72
Canales	—	3	3	6	3,08
Rheolavadores	1	5	1	7	3,59
Espirales	—	1	—	1	0,51
Cajas de pistón	6	8	9	23	17,79
Pulsación neumática	—	26	24	50	25,64
Remer-Wemco	—	1	1	2	1,03
Depuración neumática	1	—	—	1	0,51
Medios densos estáticos	1	18	16	35	17,95
Centrifugación en medios densos	—	11	1	12	6,15
Flotación	—	20	7	27	13,85
Hidrociclones	—	3	—	3	1,54
TOTALES	11	105	79	195	100,00

CUADRO 2.3-4

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE LIGNITO, HULLA Y ANTRACITA POR PROVINCIAS

Provincia	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	Producción anual		
			Lignito	Hulla	Antracita
Barcelona	4	1.002.524	509.351	—	—
Ciudad Real	2	896.058	—	647.740	—
Córdoba	1	76.320	—	—	60.452
León	26	3.911.091	—	1.627.903	1.182.902
Oviedo	29	9.642.814	—	5.001.429	513.439
Palencia	10	487.105	—	110.923	286.529
Teruel	4	1.407.418	1.276.713	—	—
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad nominal tm/24 horas	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
< 100	5	39.121	—	—	31.061
100 - 250	8	181.264	—	25.297	157.546
250 - 500	9	226.083	97.624	—	115.293
500 - 1.000	12	743.455	133.179	—	531.639
1.000 - 2.500	24	4.133.509	365.082	1.493.240	776.166
2.500 - 5.000	14	8.108.460	1.190.179	3.883.759	62.874
5.000 - 7.000	4	3.991.438	—	1.985.699	368.743
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

2.3.2.2 Comentarios al cuadro 2.3-5

CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES
POR SU CAPACIDAD NOMINAL

- Hay cuatro instalaciones superiores a 5.000 t/día.
- Con capacidad superior a las 1.000 t/día hay 38 instalaciones, constituyendo el grupo más numeroso, pues son el 50 por 100 de las controladas.
- Doce son superiores a las 500 t/día.
- El resto, 22, son instalaciones pequeñas.

2.3.2.3 Comentarios al cuadro 2.3-6

CLASIFICACIÓN POR SU ANTIGÜEDAD

- Hay 19 instalaciones con menos de cinco años.
- Con más de cinco y menos de diez años hay 30 plantas.
- El resto, 27, tienen más de diez años y pueden considerarse anticuadas.

CUADRO 2.3-6

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU ANTIGÜEDAD

Antigüedad en años	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
< 5	19	3.791.289	47.520	1.964.098	403.297
5 - 10	30	9.834.363	1.359.548	3.858.630	998.722
10 - 15	14	1.650.577	229.159	710.740	284.106
15 - 20	8	1.575.198	64.178	854.527	25.260
> 20	4	492.663	85.659	—	268.537
Sin clasificar	1	79.240	—	—	63.400
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

2.3.3 CUADROS SINOPTICOS PARTICULARES

En esta serie de cuadros se resumen las calificaciones y características más importantes de las plantas de tratamiento de lignito, hulla y antracita. En una primera

etapa se clasifican las instalaciones con arreglo a la calificación que, a juicio de un especialista en la materia, merecen por el sistema de tratamiento, sistema de control de la marcha, eficacia mecánica y valoración media general de sus características de diseño, funcionamiento,

CUADRO 2.3-7

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO EMPLEADO

Calificaciones	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
Buenas	28	8.100.809	—	4.010.761	1.142.712
Aceptables	3	1.045.586	—	667.107	—
Deficientes	25	6.627.868	1.190.179	2.452.363	524.597
Malas	5	670.369	33.446	169.477	256.165
Pésimas	15	978.698	562.439	88.297	119.848
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

consumo, suministros, control y aprovechamiento de la instalación. También se incluye un cuadro referente a la productividad.

Los cuadros se han elegido en todo momento con la idea de proporcionar una imagen lo más clara posible de las características de las instalaciones.

2.3.3.1 Comentarios al cuadro 2.3-7

SISTEMA DE TRATAMIENTO EMPLEADO

Las instalaciones calificadas de «buenas» producen un 54,3 por 100 de la hulla y un 55,9 por 100 de la antracita controladas.

Las instalaciones calificadas como «aceptables» producen un 9 por 100 de la hulla controlada.

Las instalaciones calificadas como «deficientes» producen un 66,6 por 100 del lignito, un 33,2 por 100 de la hulla y un 25,7 por 100 de la antracita controladas.

Las instalaciones calificadas como «malas» producen un 1,9 por 100 del lignito, un 2,3 por 100 de la hulla y un 12,5 por 100 de la antracita controladas.

Las instalaciones calificadas como «pésimas» producen un 31,5 por 100 del lignito, un 1,2 por 100 de la hulla y un 5,9 por 100 de la antracita controladas.

En los sectores hulla y antracita, más del 50 por 100 de la producción controlada se obtiene de las instalaciones calificadas como «buenas».

2.3.3.2 Comentarios al cuadro 2.3-8

SISTEMAS DE CONTROL EMPLEADOS

Con arreglo a la producción controlada se tiene:

	Lignito — Porcentaje	Hulla — Porcentaje	Antracita — Porcentaje
Buenas	66,6	56,2	24,4
Aceptables	22,3	40,6	54,5
Deficientes	4,8	0,9	19,9
Malas	—	0,3	1,1
Pésimas	6,3	—	0,1
	100,0	100,0	100,0

En los sectores lignito y hulla, más del 50 por 100 de las instalaciones controladas tienen un sistema de control calificado como «bueno».

CUADRO 2.3-8

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU SISTEMA DE CONTROL

Calificaciones	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
Buenas	24	9.228.109	1.190.179	4.302.180	498.671
Aceptables	28	7.334.077	398.528	2.997.518	1.112.327
Deficientes	15	678.713	85.659	63.000	407.466
Malas	6	62.709	—	25.297	21.806
Pésimas	3	119.722	111.698	—	1.763
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

En el sector de la antracita, más del 50 por 100 sólo son clasificados como «aceptables».

La eficacia de las instalaciones controladas, como puede observarse en el cuadro anterior, baja sensiblemente al pasar del sector hullero al de lignito y antracita.

2.3.3.3 Comentarios al cuadro 2.3-9

EFICACIA MECÁNICA

Con arreglo a la producción controlada se tiene:

	Lignito — Porcentaje	Hulla — Porcentaje	Antracita — Porcentaje
Buenas	1,9	55,3	35,0
Aceptables	—	5,5	12,3
Deficientes	52,4	2,0	23,6
Malas	—	—	12,6
Pésimas	45,7	37,2	16,5
	100,0	100,0	100,0

2.3.3.4 Comentarios al cuadro 2.3-10

CALIFICACIONES MEDIAS

En cuanto a la calificación media, tenemos:

	Lignito — Porcentaje	Hulla — Porcentaje	Antracita — Porcentaje
Buenas	—	10,0	—
Aceptables	52,4	40,5	14,1
Deficientes	34,5	48,9	76,6
Malas	13,1	0,6	8,0
Pésimas	—	—	1,3
	100,0	100,0	100,0

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU EFICACIA MECANICA

Calificaciones	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
Buenas	25	7.642.437	33.446	4.085.724	714.612
Aceptables	7	1.196.807	—	402.230	250.708
Deficientes	17	1.735.510	935.856	151.127	483.093
Malas	6	343.512	—	—	257.474
Pésimas	21	6.505.064	816.762	2.748.914	337.435
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

CUADRO 2.3 - 10

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SUS CALIFICACIONES MEDIAS

Calificaciones	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
Buenas	2	1.457.115	—	741.328	—
Aceptables	10	6.181.445	935.856	2.990.226	287.848
Deficientes	49	9.225.863	616.661	3.615.725	1.565.128
Malas	14	549.907	233.547	40.716	164.246
Pésimas	1	9.000	—	—	26.100
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

La calificación media es aceptable en el lignito, en la hulla predominan las deficientes y en la antracita el 76,6 por 100 tiene calificación deficiente.

Destaca la productividad en las instalaciones de hulla: el 97 por 100 ha obtenido la calificación de «buenas», las de antracita representan el 65,4 por 100 y las de lignito el 52,4 por 100; por tanto, puede decirse que la productividad de las instalaciones de depuración de carbones es buena.

2.3.3.5 Comentarios al cuadro 2.3-11

CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES
POR SU PRODUCTIVIDAD

	Lignito Porcentaje	Hulla Porcentaje	Antracita Porcentaje
Buenas	52,4	97,0	65,4
Aceptables	—	1,3	20,8
Deficientes	4,5	0,9	8,0
Malas	31,9	—	4,5
Pésimas	11,2	0,8	1,3
	100,0	100,0	100,0

2.3.3.6 Comentarios a los cuadros 2.3-12 a 2.3-15

CALIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES POR CLASES
Y CALIFICACIÓN CONJUNTA DE LAS INSTALACIONES

Como puede verse en estos cuadros y en lo que se refiere al lignito, la situación no es muy satisfactoria, pues el porcentaje de instalaciones malas y pésimas es muy elevado. En cuanto a la operación no es muy satisfactoria. Los servicios son aceptables, pero el aprovechamiento de las instalaciones es bajísimo.

Las instalaciones de hulla son de mejor calidad y la

CUADRO 2.3 - 11

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU PRODUCTIVIDAD

Calificaciones	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL		
			Lignito	Hulla	Antracita
Buenas	43	14.627.582	935.856	7.163.582	1.335.403
Aceptables	7	774.543	—	95.400	424.803
Deficientes	12	442.465	80.966	71.350	164.361
Malas	9	1.252.438	569.141	—	92.655
Pésimas	5	326.302	200.101	57.663	26.100
TOTAL	76	17.423.330	1.786.064	7.387.995	2.043.322

CALIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE LIGNITO

CALIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE HULLA

Se controlaron 29 instalaciones:

	<u>Porcentaje</u>
<i>En cuanto a la instalación:</i>	
Regulares	12
Deficientes	13
Malas	50
Pésimas	25
	100
<i>En cuanto a la operación:</i>	
Buenas	25
Aceptables	25
Deficientes	37
Malas	13
	100
<i>En cuanto a servicios varios:</i>	
Optimas	50
Buenas	37
Aceptables	13
	100
<i>En cuanto a aprovechamiento de la instalación:</i>	
Aceptables	12
Deficientes	13
Malas	12
Pésimas	63
	100
<i>Media:</i>	
Aceptables	12
Regulares	13
Deficientes	37
Malas	38
	100

	<u>Porcentaje</u>
<i>En cuanto a la instalación:</i>	
Optimas	14
Buenas	7
Aceptables	44
Deficientes	14
Malas	14
Pésimas	7
	100
<i>En cuanto a la operación:</i>	
Optimas	14
Buenas	38
Aceptables	34
Deficientes	10
Malas	4
	100
<i>En cuanto a servicios varios:</i>	
Optimas	14
Buenas	38
Aceptables	48
	100
<i>En cuanto a aprovechamiento de la instalación:</i>	
Optimas	3
Aceptables	17
Deficientes	14
Malas	35
Pésimas	31
	100
<i>Media:</i>	
Buenas	7
Aceptables	46
Deficientes	24
Malas	23
	100

CALIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE ANTRACITA

Se controlaron 41 instalaciones completas y 2 sólo en lo referente a la instalación:

	<u>Porcentaje</u>
<i>En cuanto a la instalación:</i>	
Optimas	12
Buenas	15
Aceptables	22
Deficientes	17
Malas	10
Pésimas	24
	100
<i>En cuanto a la operación:</i>	
Optimas	3
Buenas	18
Aceptables	46
Deficientes	10
Malas	20
Pésimas	3
	100

	<u>Porcentaje</u>
<i>En cuanto a servicios varios:</i>	
Optimas	5
Buenas	49
Aceptables	46
	100
<i>En cuanto a aprovechamiento de la instalación:</i>	
Aceptables	18
Deficientes	5
Malas	10
Pésimas	77
	100
<i>Media:</i>	
Aceptables	39
Deficientes	29
Malas	25
Pésimas	7
	100

CALIFICACION CONJUNTA DE TODAS LAS INSTALACIONES

	Porcentaje
<i>En cuanto a la instalación:</i>	
Excelentes	1
Regulares	38
Deficientes	51
Malas	10
	100
<i>En cuanto a la operación:</i>	
Buenas	89
Regulares	11
	100
<i>En cuanto a servicios varios:</i>	
Excelentes	1
Muy buenas	10
Buenas	89
	100
<i>En cuanto a aprovechamiento de la instalación:</i>	
Malas	48
Muy malas	52
	100
<i>Media:</i>	
Buenas	1
Regulares	38
Deficientes	61
	100

operación y servicios varios son también mejores, pero el aprovechamiento es muy bajo.

Las instalaciones de antracita son peores que las de hulla y su aprovechamiento es el peor de todos.

En conjunto puede decirse que las instalaciones de preparación de combustibles sólidos son más bien deficientes, siendo la operación buena y malos los servicios varios y el aprovechamiento de las instalaciones, sobre todo este último.

2.4 INSTALACIONES EN CONSTRUCCION, EN PROYECTO O MODERNIZACION

Existen varios proyectos de nuevas instalaciones de tratamiento de hulla y antracita en diferentes fases, y algunos en ejecución, principalmente en el sector de la antracita.

Los más importantes en cuanto a instalaciones de nueva planta son:

En hulla, los lavaderos de la Empresa Nacional Hullera del Norte, S. A., en la provincia de Oviedo.

En antracita, el de la C. A. Sociedad Minera San Luis, en la provincia de Palencia, y el de la mina «Carmencita», en la provincia de Oviedo, ambos en construcción. En proyecto, el de la mina «Las Esperanzas», de González y Díez, S. L., en la provincia de Oviedo.

En cuanto a modernización de instalaciones, que afecta a un número mayor de éstas, se refiere principalmente a mejorar la depuración del menudo y los finos.

A continuación se da la relación de las instalaciones en estas fases de las tres clases de combustibles:

Número de ficha	Construcción	Proyecto	Modernización
512	—	—	Estrío, clasificación y tolvas.

Instalaciones de hulla en :

Número de ficha	Construcción	Proyecto	Modernización
326	—	—	Flotación.
381	—	Nuevo lavad.	—
384	—	—	Menudo.
385	—	—	Finos y relavado menudos.
386	—	—	Pulsación neumática para el menudo.
388	—	—	Tratamiento purgas menudo.
389	—	Nuevo lavad.	—
390	—	Nuevo lavad.	—
416	—	—	Granos pulsación neumática.
563	Medios densos	—	—
566	—	Flotación	—

Instalaciones de antracita en :

Número de ficha	Construcción	Proyecto	Modernización
4	—	—	Menudo pulsación neumática.
377	Medios densos	—	—
380	Medios densos	—	—
413	—	Medios densos	—
507	—	Medios densos	—
508	Medios densos	—	—
511	—	—	Menudo pulsación neumática.
571	—	Nuevo lavad.	—
577	—	—	Flotación.

Resumen :

Instalaciones en:	Número	Sistema
Construcción	4	Medios densos.
Proyecto	4	Sin determinar.
Proyecto	2	Medios densos.
Proyecto	1	Flotación.
Modernización	6	Pulsación neumática.
Modernización	3	Flotación.
Modernización	1	Sin determinar.
TOTAL	21	

2.4.1 TENDENCIA DEL SECTOR

La tendencia, en cuanto a los lavaderos en construcción de nueva planta, es a la instalación del sistema de medios densos, pues todos los lavaderos actualmente en construcción emplean este sistema.

En cuanto a las instalaciones en proyecto, también hay tendencia a los medios densos para el lavado de granos y menudos. Para los finos, el de flotación con espumantes.

Por lo que se refiere a las modernizaciones, predomina la tendencia a instalar cajas de pulsación neumática.

2.4.2 FINALIDAD DE LAS MODERNIZACIONES

La finalidad principal de las modernizaciones es mejorar la depuración de menudos, recuperación de mixtos y, en su caso, el lavado de granos por medio de cajas de pulsación neumática.

En cuanto a los finos, se pretende mejorar las condiciones de flotación.

2.5 DEDUCCIONES DE LOS DATOS ESTADISTICOS

En el sector, hay un 21,04 por 100 de la producción que no se lava, principalmente por su venta para centrales térmicas.

Un 24,10 por 100 de la producción se lava por el sistema de líquidos densos y un 30,28 por 100 por el de pulsación neumática.

Hay un 16,55 por 100 de la producción que no se lava con arreglo a la técnica moderna y un 30,28 por 100, el correspondiente al sistema de pulsación neumática, que es susceptible de mejora si se sustituye por el sistema de líquidos densos.

	Lignito	Hulla	Antracita
Sin lavar	79,26	3,65	32,13
Susceptible de mejorar	12,79	57,22	37,95
Procedimientos adecuados ...	7,95	39,13	29,92
	100,00	100,00	100,00

2.6 INCIDENCIA SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION Y RECUPERACION DE AGUAS RESIDUALES

La falta de depuración de las aguas residuales incide sobre la contaminación de los cauces públicos, con los consiguientes perjuicios sobre la pesca, el aprovechamiento de dichos cauces, etc.

En el sector del carbón, y con respecto a las instalaciones de depuración de aguas, se obtienen las siguientes calificaciones:

Calificaciones de las instalaciones	Porcentaje
Buenas	10,00
Regulares	13,75
Deficientes	17,50
Malas	41,25
Nulas	17,50
	100,00

2.7 RECOMENDACIONES

1.^a Dada la gran cantidad de pequeñas instalaciones, consideramos necesario la construcción de lavaderos en régimen cooperativo, lo cual hará posible el empleo de

sistemas modernos de depuración que no admiten pequeños tonelajes horarios.

Una planta de depuración que emplee los aparatos más modernos, necesita ser alimentada con unos tonelajes horarios de bruto que muchas de nuestras minas, especialmente en el sector de la antracita, no alcanzan. Por ejemplo, los ciclones para la depuración de menudos no admiten una alimentación menor de 50 t/h. de brutos clasificados entre 0,5 mm. y 28 mm. Casi todas las minas de antracita tienen tonelajes horarios de bruto mucho menores. Si se agruparan aquellas que se encuentran en una misma localidad, por ejemplo, en un mismo concejo, podrían obtener un mejor rendimiento utilizando estos aparatos en vez de los que actualmente tienen en servicio.

Lo expuesto está de acuerdo con los resúmenes y conclusiones de la monografía de Combustibles Sólidos del PNEM.

2.^a Debe estimularse la modernización de las plantas de depuración que aún utilizan sistemas fuera de uso por su escaso rendimiento.

Existen muchas plantas de depuración actualmente en funcionamiento, algunas importantes, que están empleando aparatos con una perfección menor de la que se consigue actualmente con aparatos más desarrollados técnicamente, lo cual origina una pérdida de rendimiento ponderal, que a veces se compensa en parte con un relavado, que encarece la operación, y si no existe este relavado se va a los mixtos parte del carbón que debía pasar al lavado, lo cual supone una depreciación.

3.^a No debe permitirse la construcción de ninguna nueva planta sin el visto bueno de los organismos técnicos de la Administración.

La complejidad de las instalaciones modernas de depuración de carbón exige una especialización tal que es difícil encontrar, sobre todo en las minas pequeñas en vías de desarrollo. Esto origina que se acepten contratos no solamente inadecuados a veces, sino también sin las debidas garantías de funcionamiento, bien sea por ser ficticias o bien porque las compensaciones ofrecidas en el caso de no cumplirse obliguen a aceptar unos aparatos de deficiente funcionamiento por cantidades irrisorias, que no compensan en absoluto aquellas deficiencias.

Consideramos, pues, necesario que un organismo técnico especializado de la Administración, o colaborador con la misma, sea el encargado de revisar los nuevos proyectos y los contratos a que den lugar en evitación de estos males. La experiencia nos ha demostrado que estas situaciones se presentan con gran frecuencia, y si es necesario podemos aportar información sobre casos concretos que, desgraciadamente, se han dado en nuestro país.

4.^a Debe exigirse la instalación de depuración de aguas residuales en todos los casos en que éstas viertan a cauces públicos.

Independientemente de que es una exigencia legal, el aumento de la población y el desarrollo de la industria entre otras cosas, hace que la demanda de agua sea cada vez mayor y que ésta empiece a escasear, escasez más acusada precisamente en las zonas donde al concentrarse las industrias la densidad de población aumenta y las necesidades de agua también.

La contaminación del agua de los cauces públicos, por estas causas, inutiliza caudales muy importantes, que consideramos imprescindible recuperar para el bien común, máxime cuando este problema está técnicamente resuelto hace mucho tiempo.

3. PREPARACION DE MINERALES DE HIERRO

3.0 INTRODUCCION

3.0.1 GENERALIDADES DEL SECTOR

La preparación de los minerales de hierro presenta unos condicionamientos peculiares que la distinguen claramente de las mineralurgias no férreas.

A lo largo del proceso, que tiene como cabecera la reducción del mineral de hierro en el horno alto y que concluye con la obtención del acero, el aspecto económico juega un papel seguramente más importante que en cualquier otro proceso metalúrgico, ya que el producto final, acero, es de más bajo precio que todos los metales. Por tanto, los márgenes económicos en que se mueven los factores que rigen las diversas etapas constitutivas de dicho proceso son muy estrechos, extendiéndose esta situación también de modo sustancial a las materias primas siderúrgicas. El mineral de hierro, pues, ha de ser un producto barato y, aparte de las motivaciones competitivas que puedan darse en su propio ámbito sectorial, su economía siempre estará constreñida por la limitación de la industria consumidora.

Por lo expuesto, se comprende que la preparación de minerales de hierro sólo será posible en casos donde concurren diversas circunstancias favorables para la rentabilidad del producto revalorizado a través de tales técnicas preparatorias.

La preparación de minerales férricos es, pues, en general, más un problema económico que tecnológico, y tal vez esto justifique el reducido alcance que ha tenido, hasta épocas relativamente recientes, la preparación de menas de hierro.

3.0.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA PREPARACION DE MINERALES DE HIERRO

En principio, al hacer referencia a la historia y evolución del sector, debe distinguirse entre lo que corresponde a España y a los demás países. Parece lógico empezar por lo concerniente a los otros países, puesto que España se encuentra en una de las primeras etapas de dicha evolución.

Los factores apuntados en el apartado anterior determinan que la historia de la preparación de los minerales de hierro sea muy corta, pues comenzó con un notable retraso respecto a la concerniente a los metales no férreos; ahora bien, si el desarrollo fue muy lento al principio, la enorme expansión siderúrgica mundial de los últimos años ha provocado una evolución rapidísima. A gran-

des rasgos, podría decirse que hasta la década del 40, aproximadamente, la única preparación que recibían los minerales de hierro se reducía a una clasificación granulométrica o, en el mejor de los casos, a una somera etapa de preconcentración.

Así, en general, los países consumían minerales propios o, todo lo más, procedentes de criaderos emplazados en áreas cercanas; posteriormente, el enorme incremento de la industria siderúrgica y las exigencias crecientes de ésta, tanto en un orden cuantitativo como cualitativo, ha ido obligando al aprovechamiento máximo de los criaderos, y como consecuencia de este mayor aprovechamiento y de la necesidad de mejorar las características de los productos surgió con fuerza la incorporación de las técnicas de preparación y concentración a aquellos minerales en los que ello ha sido posible económicamente.

En lo que a las plantas de concentración se refiere, fueron los norteamericanos los primeros que las emplearon a gran escala para concentrar sus taconitas, por medio de la separación magnética con baja intensidad. Esta técnica de recuperación de las magnetitas ha sido, por su economía y sencillez, la que se ha extendido más por todo el mundo en el campo de los minerales de hierro; países como Suecia, la Unión Soviética, Perú, etc., son ejemplo de ello. Con posterioridad, también se han incorporado otras técnicas de concentración, tales como la gravimetría, separación magnética con alta intensidad, flotación, tostación magnetizante, etc., para tratar minerales hematíticos, limoníticos o sideríticos, en aquellos casos en los que las circunstancias lo han permitido, y pueden citarse, por ejemplo, las minetas de Lorena, los minerales oxidados de los Grandes Lagos, las sideritas austríacas, etc.

Sin embargo, la calidad química de un mineral de hierro no es el único factor a considerar, puesto que su composición granulométrica es tanto o más importante que aquella para la buena marcha del horno alto. Por ello, la preparación de los minerales de hierros debe incluir el campo de la mejora de las características físicas. La conveniencia de que las fracciones finas de los minerales no se incorporen, tal cual, a la carga del horno impone la necesidad de contar con un proceso aglomerador. Los dos sistemas que, hasta el momento, se han empleado preferentemente para el mineral de hierro son la sinterización y la peletización. El primero, destinado a aglomerar los finos más gruesos, se considera más propiamente como un proceso siderúrgico, puesto que se lleva generalmente a cabo a pie del horno alto y, por lo tanto, cae ligeramente al margen de este trabajo. El segundo, la peletización, es el adecuado para la aglomeración de los productos más finos, generalmente producidos tras una etapa de concentración; tradicionalmente, este último proceso ha corrido a cargo del productor de mineral, por lo que debe

ser considerado como una de las operaciones comprendidas en la preparación de los minerales de hierro. Este proceso cuenta con una historia breve, pero en los últimos años ha sufrido una expansión muy notable; comenzó como el último paso consiguiente a la molienda y concentración de las taconitas, y posteriormente se ha ido extendiendo a los finos naturales y también a los concentrados obtenidos en distintos países. La evolución de su tecnología ha venido marcada por la incorporación de nuevos tipos de hornos para realizar la piroconsolidación de las bolas verdes.

Esta es, en líneas generales, la historia y evolución, hasta el momento, de la preparación de los minerales de hierro en el mundo. En cuanto a España, por motivos que quizá no estén suficientemente claros, puede decirse que se encuentra en el primer estadio de la evolución general, es decir, que prácticamente toda la preparación que reciben los minerales de hierro se reduce, en el mejor de los casos, a unos estríos manuales, a unas preconcentraciones, ya sean gravimétricas o magnéticas, y a unas clasificaciones granulométricas; también cabe incluir dentro de este concepto de preparación somera el trabajo efectuado en las instalaciones de calcinación de los carbonatos de Vizcaya y Santander. En cuanto a la aglomeración, únicamente se emplea la sinterización, que, como antes se dijo, está considerada más como un proceso siderúrgico que mineralúrgico.

3.0.3 NECESIDAD DE LA PREPARACION PARA LA OBTENCION DE CALIDADES DE ACUERDO CON LAS EXIGENCIAS DEL MERCADO

Ya se ha hecho mención anteriormente a las exigencias impuestas por el horno alto en cuanto a la calidad de los minerales. La necesidad de producir cada día más arrablo y a menor precio, así como de consumir menos coque, lleva implícita la tarea de conseguir rendimientos cada vez mayores en los hornos, y para ello se ha ido elevando paulatinamente la ley del lecho de fusión y se ha calibrado más exactamente la granulometría de la carga.

Desde el punto de vista de composición, ya no pueden considerarse como de alta calidad, en general, aquellos minerales con leyes inferiores al 60 por 100 ni aquellos que contengan impurezas, tales como azufre, fósforo, arsénico, plomo, cinc, cobre, metales alcalinos, etc., por encima de unos límites estrictos.

Aquellos minerales que no cumplan estas condiciones, deberán tratarse para elevar su ley y/o eliminar una parte importante de sus impurezas. Por esto, cabe esperar que cada día se amplíe el campo de la preparación de los minerales de hierro, aun contando con la puesta en explotación de los yacimientos de alta ley, descubiertos en los últimos años en Sudamérica, Australia, Africa, etc., ya que la entrada en el mercado internacional de los minerales procedentes de estos criaderos ocasionó una recesión en el desarrollo de la preparación de los minerales de hierro, puesto que eran capaces de abastecer gran parte de la demanda mundial.

Posteriormente, el enorme aumento productivo experimentado por la industria siderúrgica ha traído como consecuencia la reestimación de aquellos yacimientos que habían empezado a considerarse no rentables por necesidad de la aplicación de las técnicas de preparación ade-

cuadas, y a la vez se empiezan a explotar aquellas partes menos ricas de los grandes yacimientos citados, que habían sido soslayados en un principio, con la consiguiente aplicación, en ambos casos, de las técnicas de concentración de minerales.

La segunda exigencia impuesta por los consumidores de mineral de hierro se refiere, como antes se dijo, a la granulometría.

Ya se ha indicado que el perfecto calibrado de los minerales exige la no introducción en el horno de los tamaños inferiores a los 8 ó 10 milímetros, que deben ser aglomerados, en general, por sinterización a pie de horno alto. A su vez, la buena marcha de la sinterización no admite tamaños inferiores a los 0,2 milímetros, razón por la cual se ha desarrollado la peletización, para aglomerar estos finos de menor tamaño.

Resulta, pues, evidente, la necesidad de recurrir a la preparación de minerales de hierro en aquellos casos en los que la composición y/o la granulometría no se ajusten a las que actualmente se consideran óptimas para el horno alto; esto, claro está, siempre que concurren una serie de circunstancias económicas favorables, entre las que cabe destacar: costo de extracción bajo, transporte a centro consumidor barato y reservas importantes.

3.1 CARACTERISTICAS DE LAS MENAS DE HIERRO ESPAÑOLAS

3.1.1 MENAS INCLUIDAS

Con el fin de simplificar la exposición, las principales menas férricas se han reunido en seis grupos, correspondientes a otras tantas zonas geográficas del país. Los minerales considerados son los más importantes por la cuantía de sus reservas y por su cualidad de productos directamente utilizables en estado natural o por ser susceptibles de enriquecimiento a través de las técnicas de la preparación de minerales.

Un primer punto que debe subrayarse es el de la diversidad de las especies ferríferas aprovechables. Así, por ejemplo, se citarán a continuación megnetitas, muy distintas entre sí en las zonas Noroeste y Suroeste; hematites terrosa en el Sur, carbonatos y óxidos en el Norte y limonitas en la zona Centro-Levante.

Conviene hacer mención de unos minerales de hierro que no se incluyen en la relación que sigue. Se trata de las menas devenianas de Asturias y León, acerca de las cuales existen no pocas opiniones sobre la abundancia de sus posibles reservas; sin embargo, al ser en estado natural de calidad muy deficiente para su utilización siderúrgica y al no haber sido posible hasta ahora la resolución, de un modo rentable, del difícil problema de su concentración, la escasa explotación que se hizo años atrás de dichos minerales está prácticamente paralizada, sin que existan indicios favorables que permitan prever una inmediata promoción de tales menas.

3.1.1.1 Zona Noroeste

La provincia metalogénica es muy extensa y debe comprender unas reservas importantes, aunque, debido a dicha extensión, se encuentran sensiblemente dispersas en

una accidentada orografía, que dificulta extraordinariamente las comunicaciones. En esta zona existen minerales oolíticos de hematites, siderita y/o magnetita, según las zonas, acompañados de chamosita, fosfato cálcico y otros silicatos. Aunque la ley en hierro no puede considerarse como baja, puesto que normalmente oscila alrededor del 50 por 100, salvo en las zonas más sideríticas, en que disminuye sensiblemente, estos minerales no tienen una composición química adecuada para el horno alto, debido a las proporciones de sílice y alúmina (10 por 100 y 7 por 100, respectivamente), así como la de fósforo (alrededor de 1 por 100).

El interés parece estar centrado en aquellos minerales de la zona que tienen un alto contenido de hierro, como la magnetita; ello permite pensar en una separación magnética del óxido, con la eliminación consiguiente de una parte importante de la sílice, la alúmina y el fósforo. Como otra de las características fundamentales de estos minerales, desde el punto de vista de su preparación, debe resaltarse que el tamaño medio de las unidades cristalinas de la magnetita oscilan alrededor de las 30 micras, existiendo zonas en las que las medias son aún inferiores.

3.1.1.2 Zona Suroeste

En esta segunda zona de magnetitas los cristales tienen un tamaño sensiblemente mayor a los del mineral de la zona Noroeste (medias de alrededor de 0,2 mm.) y se encuentran acompañados de cuarzo, carbonatos cálcico y calcicomagnésico, silicatos, feldespatos y, según los criaderos, de piritita y calcopiritita; las leyes del todo-uno oscilan alrededor del 40 por 100.

3.1.1.3 Zona Sur

Los minerales de esta zona, concretamente los de Alquife-Marquesado, que son los de mayor importancia; tienen como mena una hematites terrosa y deleznable, acompañada por carbonatos, cuarzo y algo de sericitita-muscovita. Son minerales con contenidos en hierro del 52 al 56 por 100 y con índices de basicidad cercanos al 1 o 1,2, aunque éste baje sensiblemente en las zonas más ricas del criadero, y dada la textura del mineral no puede hablarse de unidades cristalinas de la hematites, pues en realidad no existen.

3.1.1.4 Zona Norte

En la zona Vizcaya-Santander, una vez que se han agotado prácticamente los minerales limoníticos, las principales reservas corresponden a sideritas. El carbonato de hierro de esta zona lleva incorporado en su molécula una importante cantidad de carbonato de magnesio (7 por 100 aproximadamente), del que no puede separarse por métodos físicos, y se encuentra acompañado de un carbonato complejo de tipo ankerítico, con calcio, hierro, magnesio, cuarzo y piritita principalmente. Las leyes del todo-uno son bajas, como corresponde a un carbonato, y los cristales de cuarzo son los de menor tamaño (inferior a las 50 micras), encontrándose una cierta proporción de él incrustado en los granos de carbonato.

3.1.1.5 Zona Centro-Levante

En este caso se trata de minerales limoníticos, con leyes aproximadas al 52 por 100; son minerales muy friables, en los que no se puede hablar de unidades cristalinas de la limonita, que está acompañada principalmente de algunos cristales de cuarzo.

3.1.1.6 Otras zonas

En un orden de inferior importancia, por ser las reservas conocidas bastante menores a las de los minerales de las zonas citadas con anterioridad, pero interesantes por implicar uno de los más notables procesos de preparación de cuantos se aplican a las menas férreas del país, conviene citar el yacimiento de minerales magnéticos situado en las proximidades de Marbella, en la zona del Sureste español.

Las magnetitas en estado natural son de baja ley, ya que contienen menos del 30 por 100 de Fe, por lo que deben ser molidas y concentradas por separación magnética de baja intensidad, con el fin de elevar su contenido en hierro hasta los niveles que exige la utilización siderúrgica. Al parecer, el tamaño de liberación de la magnetita es aproximadamente de 0,074 mm.

3.1.2 DIFICULTADES QUE PUEDEN PRESENTARSE EN SU PREPARACION

Siguiendo el mismo orden del punto anterior, se puede pasar una somera revisión a las dificultades a que puede dar lugar la preparación de los minerales citados.

3.1.2.1 Zona Noroeste

La preparación de estos minerales ha sido estudiada con alguna minuciosidad y parece estar comprobada tecnológicamente. El esquema, de un modo elemental, consta de la molienda a tamaños inferiores a las 43 micras, seguida de la separación magnética con baja intensidad y la peletización de los concentrados, incluyéndose en la primera etapa de molienda-concentración la de preconcentración. Siguiendo este esquema, parece posible obtener pelets con el 64 por 100 de Fe y el 0,4 por 100 de P (ambos aproximadamente), y también introducir una etapa de desfosforación hidrometalúrgica, intercalada entre la separación magnética y la peletización, con la que el fósforo de los pelets se reduciría por debajo del 0,1 por 100.

Las dificultades que se pueden esperar son, evidentemente, de carácter económico, puesto que el tratamiento resulta caro al comprender una molienda tan fina, la peletización, e incluso una eventual desfosforación hidrometalúrgica, todo ello aplicado a un mineral que no es barato en boca-mina, puesto que se obtiene actualmente por minería subterránea.

Posiblemente la única forma de llegar a unos precios de costo que justifiquen toda la preparación reseñada, sea recurrir a unas producciones suficientemente altas, para lo que resulta condición indispensable contar con las reservas necesarias, al parecer, existentes.

3.1.2.2 Zona Suroeste

Como en el caso anterior, está demostrada la posibilidad de la preparación de estos minerales, siguiendo un esquema parecido, pero con las notables diferencias funcionales debidas a que la malla de liberación es mayor, lo que abarata la molienda, y que no existe el problema del contenido de fósforo. En este caso podrán obtenerse pelets del 66-67 por 100 de ley en hierro, sin impurezas dignas de tener en cuenta, y también se ha demostrado la posibilidad de recuperar la calcopirita y la pirita a partir de los rechazos no magnéticos, provenientes de la separación magnética, mediante el empleo de la flotación.

Aquí, como en la zona Noroeste, el problema es puramente económico, pues aunque el tratamiento en sí resulta más barato, al implicar una molienda menos fina, una mejor calidad de los pelets, posibilidad de recuperar los sulfuros y no ser necesaria la desfosforación, no existe una infraestructura en la zona que facilite el poner en marcha inmediatamente unas instalaciones industriales como las que serían necesarias.

3.1.2.3 Zona Sur

Este mineral tiene una ley en hierro y un índice de basicidad tales que, unidos a la ausencia de elementos indeseables, proporcionan una composición química adecuada para el horno alto y, por tanto, no necesita, afortunadamente, reajustarse su composición química, puesto que su carácter terroso y deleznable, dificultaría sensiblemente cualquier procedimiento de concentración que se quisiera emplear. Sin embargo, lo que no resulta adecuado para su aprovechamiento directo en el horno es la granulometría, por ser demasiado fina, y por ello se hace necesario recurrir a la sinterización de un tanto por ciento elevado de la producción.

En resumen, se trata de un mineral que no plantea problemas de preparación, salvo la necesidad citada de tener que sinterizar la mayor parte de la producción. Únicamente cabe la posibilidad de emplear una preconcentración gravimétrica (medios densos) para eliminar intercalaciones de caliza de algunas zonas del criadero.

3.1.2.4 Zona Norte

Como es sabido, no resulta aconsejable la carga de los carbonatos de hierro en estado natural en el horno alto, por lo que es imprescindible realizar la decarbonatación en instalaciones apropiadas.

Además del CO_2 sería conveniente eliminar parte de la sílice, carbonato ankerítico y, sobre todo, el azufre de la pirita. Sin embargo, no parece lógico intentar la eliminación de todo el cuarzo, puesto que para ello habría que realizar moliendas por debajo de las 43 micras, y aun con ello no podrían conseguirse concentrados por encima del 41 por 100 en crudo o del 61-62 por 100 una vez calcinado, debido a la elevada proporción de magnesio que contiene la siderita propiamente dicha. De todo ello resulta que los esquemas de preparación que parecen más lógicos para estos minerales, son aquellos en los que después de ser sometidos a unas preconcentraciones para eliminar las intercalaciones de tamaños no muy finos, lo que podría realizarse en medios densos, por ejemplo, se completan con la sinterización. El introducir con anterioridad una etapa de calcinación, por lo menos para la parte más gruesa de

la producción, tiene las ventajas de asegurar una buena desulfuración del producto y elevar la productividad de la banda de sinterización, que sería baja en el caso de cargar el todo-uno únicamente.

Los procesos de tostación magnetizante tampoco conseguirían la separación del magnesio contenido en la siderita y, por lo tanto, las leyes de los pelets que podrían obtenerse después de la tostación y la concentración magnética, tendrían las limitaciones antes apuntadas. Además, la rentabilidad de este proceso estaría subordinada, entre otras varias razones, a la posibilidad de contar con unas reservas suficientemente cuantiosas como para poder abordar unas inversiones tan importantes como las que exigiría el montaje de una planta que comprendiera: tostación magnetizante, molienda fina, concentración magnética y peletización.

3.1.2.5 Zona Centro-Levante

Con los minerales de esta zona sucede algo similar a lo indicado en el caso de los de la zona Sur; es decir, se explotan aquellos cuya composición química es adecuada en cuanto a ley en hierro y elementos nocivos, puesto que alcanzan el 52 por 100 en seco, ley que sube, al perder el agua de constitución, hasta cerca del 60 por 100, pues se trata de una limonita. Sin embargo, la granulometría es aún más desfavorable que en los minerales del Sur, pues en este caso es necesario aglomerar el 100 por 100 de la producción.

Se encuentran en estado muy avanzado los estudios sobre la peletización de estos minerales en un nuevo tipo de horno de piroconsolidación (horno anular). Los ensayos, que han cubierto ya las etapas de laboratorio y planta semiindustrial, se encuentran acogidos a la acción concertada de la minería del hierro.

3.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA PREPARACION DE MINERALES EN LA TECNOLOGIA MODERNA APLICADAS AL SECTOR

De un modo general, puede decirse que resulta difícil predecir las tendencias futuras de la preparación de minerales en el sector del mineral de hierro, pero, sin embargo, dentro de los condicionamientos que implican unas hipótesis aleatorias, cabe suponer que:

La aplicación de procesos de preparación y concentración a los minerales del Noroeste y Suroeste de España puede adquirir un incremento muy importante si se resuelven favorablemente las incógnitas en cuanto a reservas y en cuanto a rentabilidad de los citados procesos. En tal caso puede pensarse que la separación magnética de baja intensidad será la técnica concentradora predominante.

En términos análogos, aunque con menor amplitud, pero en cambio con más posibilidades de realización, se presenta el enriquecimiento de los minerales magnéticos de la zona Sureste.

La gravimetría continuará representando su papel de agente desbastador, pero sin que se prevea que pueda alcanzar niveles de auténtica concentración.

Donde posiblemente puedan producirse desarrollos trascendentales es en los dominios de la prerreducción de minerales y de la peletización.

La primera de las dos últimas técnicas citadas empieza a hacerse notar seriamente en el ámbito mundial, ya que la escasez de carbones coquizables obliga a estimar como beneficiosos aquellos productos que den lugar a una disminución en el consumo del combustible citado, como es el caso de la prerreducción, en que se sustituye el coque por otros reductores más abundantes y baratos. Es posible que esta técnica pueda ser adoptada en España, y en ese caso los concentrados del Suroeste podrían constituir una materia prima excelente para el proceso prerreductor.

Por último, debe indicarse que la peletización pudiera, tal vez en un futuro próximo, desarrollarse en España dentro de un plano importante en el orden cuantitativo. En efecto, además de las posibles instalaciones que pudieran derivarse de la puesta en marcha de la preparación y concentración de las menas del Noroeste, Suroeste y Sureste, resulta muy posible que se piense en la instalación de alguna planta de peletización en algún punto próximo a las factorías siderúrgicas integrales más importantes del país. Tal instalación vendría avalada por la facilidad de poder importar, en condiciones favorables, minerales o concentrados que pueden ser denominados «peletizables»; al mismo tiempo, también puede pensarse que una tal planta favorecería la producción nacional de concentrados o ultrafinos naturales cuya peletización no hubiese sido posible por constituir una producción insuficiente para el establecimiento de unas bases de rentabilidad adecuada.

3.3 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERÍSTICAS

3.3.1 ORIGEN Y VALORACION DE LOS DATOS EMPLEADOS

En el presente apartado se hace una revisión del estado actual de las instalaciones españolas, partiendo de los datos obtenidos, que no siempre, por diversas circunstancias, son lo rigurosos y completos que sería de desear.

En principio, puede decirse que de las 67 instalaciones existentes, se han podido obtener datos de 30, y de ellas únicamente se han compulsado 23, aunque, como podrá apreciarse más adelante, ni aun estas 23 pueden considerarse como completas.

Los datos más importantes obtenidos, correspondientes a estas 23 instalaciones, están recogidos de modo general en los cuadros 3.3-1 y 3.3-2, sobre los que deben hacerse las siguientes aclaraciones:

Cuadro 3.3.-1:

- Las instalaciones se han agrupado según el sistema de tratamiento que emplean.
- La antigüedad expresada en años corresponde a la fecha de la última reforma importante.
- Se han recogido, tanto del bruto tratado como del producto obtenido, sus pesos anuales en miles de toneladas y sus leyes en hierro.

CUADRO 3.3 - 1

INSTALACION			OPERACION				Producti- vidad	Control número muestras diarias	CONSUMOS/T.	
Sistema de tratamiento	Antigü- dad	Nombre	BRUTO		PRODUCCION				kWh	m ³
			Miles t.	Porcentaje Fe	Miles t.	Porcentaje Fe				
Separación magnética con baja in- tensidad	2	Wagner I	204,5	40,9	105,9 4,4 23,2	52 48 53	23	5	2,8	0,23
	2	Wagner II	477,9	41,4	233,5 58,4 34,5	52 48 53	48	7	3,3	0,25
	8	Vivaldi 3	419,9	50,2	272,1 68,9	53 55	43	2	2,9	0,34
	8	Vivaldi 3-A ...	419,9	50,2	314,7 64,1	53 55	43	2	2,9	0,34
	1	S. Guillermo ..	97,3	36,0	49,8	54	31	7	4,8	3
	1	Colmenar	75,0	37,0	40,0	55	17	3	4,1	3
	2	Talifer	19,7	55,0	14,4	66	13	1	7,6	—
	1/2	Ferarco	207,7	27,3	74,7	57	53	20	1,3	0,43
Clasificación mecánica ...	1	Andaluza	1.800,6	52,0	1.800,0	52	94	90 (*)	2,7	—
	—	Alquife	360,0	48,0	356,4	48	26 (E)	3	1,0	—
	63	S. Menera	139,7	45,0	139,7	45	61	8	1,4	—
Calcinación ...	—	Somorrostro ..	488,1	39,0	341,5	50	10	9 (*)	7,1	—
	12	Julia	128,0	38,0	84,0	53	13	—	0,35	—
	18	Josefa	87,4	37,8	61,2	49	11	1	5,0	—
	16	Lorenza	19,6	38,5	13,7	52	8 (E)	1	3,3	—
Gravimetría ...	35	José	13,0	38,0	10,0	53	11	—	18,1	—
	—	Orc. Sant	1.076,1	25,0	290,3	51	14	12	0,35	2,79
	6	Sorpresa	90,4	39,0	32,5	49	32	—	5,3	0,67
Desenlodado ...	16	Domingo	25,0	24,8	11,9	50	17	—	5,0	5,10
	50	S. Antonio ...	11,7	—	3,5	46	7 (E)	—	0,68	—
	15	S. Benito	12,6	—	5,9	45	7 (E)	—	0,98	—
	—	Matilde	1,1	49,8	0,4	50	1 (E)	—	1,37	—
	6	Bezas	31,0	—	22,3 2,5	48 42	4 (E)	1	4,24	5,60

(*) Mes.

Cuando se obtienen varios productos se encuentran desglosados por leyes y granulometrias.

— La productividad se expresa en toneladas tratadas por día y jornal.

En los casos en que existe estrió manual se hace constar por medio de una (E).

— El control se caracteriza por el número de muestras tomadas diariamente.

— Finalmente, se recogen los consumos por tonelada de energía kWh y de agua en m³.

Cuadro 3.3.-2:

- Se expresa, en primer lugar, la energía instalada en CV, la procedencia del agua y los sistemas de almacenamiento de estériles y depuración de agua.
- En el mismo cuadro se recogen los índices de apro-

vechamiento ponderal, aprovechamiento temporal de la instalación y eficacia mecánica, con una última columna dedicada al número de relevos en que se trabaja.

Aunque a través de los cuadros citados puede obtenerse una impresión global bastante clara del resultado del estudio, a continuación se hace un análisis individual de los puntos principales.

3.3.2 INSTALACIONES

En el cuadro 3.3-3 se recogen la localización de cada instalación, su capacidad nominal diaria, el tonelaje tratado durante el último año y la producción correspondiente a igual periodo.

CUADRO 3.3-2

Nombre	Energía	Agua	Estériles	Depuración	Aprov. ponde.	Aprov. Insta.	Efic. mecánica	Relevos
Wagner I	554 (m)	Río	Escomb.	Balsa	14 (36)	34 (85)	97	1
Wagner II	662 (m)	Río	Escomb.	Balsa	33 (41)	62 (78)	98	2
Vivaldi 3	351	Mina	Escomb.	Balsa	53 (81)	57 (87)	76	2
Vivaldi 3-A	351	Mina	Escomb.	Balsa	53 (81)	57 (87)	76	2
S. Guillermo	319	Río	Escomb.	Balsa	70	72	80	3
Colmenar	273	Río	Escomb.	Balsa	50	73	80	3
Taillefer	197	—	Escomb.	—	16 (39)	17 (49)	80	1
Ferarco	1.374	Pozos y mar	Escomb.	—	48	84	63	3
Andaluza	1.056	—	Escomb.	—	45	99	97	3
Alquife	82	—	Escomb.	—	69	95	86	3
Sierra Menera	177	—	—	—	22 (66)	23 (70)	93	1
Somorrostro	1.620	—	—	—	32 (96)	34 (100)	96	1
Julia	50	—	Escomb.	—	43 (64)	64 (97)	93	1
Josefa	286	—	—	—	75	100	96	3
Lorenza	30	—	—	—	77	100	99	3
José	430	—	Escomb.	—	43	100	97	3
Orc. Santander	1.725	Propia	Escomb.	Balsa	89	98	91	3
Sorpresa	200	Manantial	Escomb.	Balsa	36 (100)	30 (94)	87	1
Domingo	128	Subterránea	—	—	28 (50)	25 (74)	85	1
S. Antonio	15	Lluvia	Escomb.	Balsa	41 (100)	31 (93)	90	1
S. Benito	19	Lluvia	Escomb.	Balsa	42 (100)	21 (82)	92	1
Matilde	15	Arroyo	—	—	9 (20)	16 (49)	93	1
Bezas	123	Arroyo	Escomb.	Balsa	48 (73)	50 (82)	92	2

m = Energía propia + adquirida.

CUADRO 3.3-3

INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO

Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad t/día	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION T/AÑO	
				Peso	Fe cont.
Wagner I	León	4.800	204.500	133.500	69.500
Wagner II	León	4.800	477.900	326.400	167.700
Vivaldi 3	León	2.625	419.900	341.000	182.100
Vivaldi 3 A	León	2.625	419.900	378.800	202.000
S. Guillermo	Badajoz	500	97.300	49.800	26.900
Colmenar	Badajoz	500	75.000	40.000	22.000
Taillefer	Badajoz	500	19.700	14.400	9.500
Ferarco	Málaga	1.440	207.700	74.700	42.600
Andaluza	Granada	14.400	1.800.600	1.800.000	936.000
Alquife	Granada	2.000	360.000	356.400	171.100
Sierra Menera	Teruel	2.200	139.700	139.700	62.900
Somorrostro	Vizcaya	1.700	488.100	341.500	170.800
Julia	Vizcaya	1.000	128.000	84.000	44.500
Josefa	Vizcaya	395	87.400	61.200	30.000
Lorenza	Vizcaya	75	19.600	13.700	7.100
José	Vizcaya	90	13.000	10.000	5.300
Orconera	Santander	3.350	1.076.100	290.300	148.000
Sorpresa	Vizcaya	900	90.400	32.500	15.900
Domingo	Vizcaya	50	25.000	11.900	5.900
San Antonio	Vizcaya	100	11.700	3.500	1.600
San Benito	Vizcaya	100	12.600	5.900	2.700
Matilde	Vizcaya	120	1.100	400	200
Bezas	Teruel	240	31.000	24.800	11.800
TOTAL			6.206.200	4.534.400	2.336.100

En la figura 3.3-4 se expone un histograma de las plantas según los tonelajes tratados y obtenidos.

Debe hacerse constar que todas las estadísticas sobre producción que se hagan sin una base discriminadora de los procesos de preparación utilizados se verán necesariamente distorsionadas por el muy importante volumen productivo de la Compañía Andaluza de Minas, ya que éste representa por sí solo el 40 por 100 del correspondiente a la producción global compulsada. Y, lamentablemente, el tratamiento aplicado a los minerales de la citada compañía se reduce a una simple clasificación granulométrica, de escasa consideración, a efectos de valorar la situación general de la preparación de minerales en el Sector.

HISTOGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTAS, SEGUN LOS TONELAJES TRATADOS Y OBTENIDOS EN EL ULTIMO AÑO

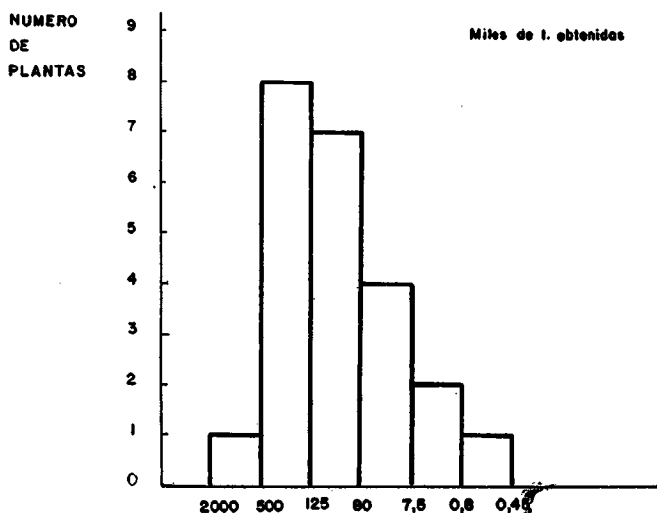
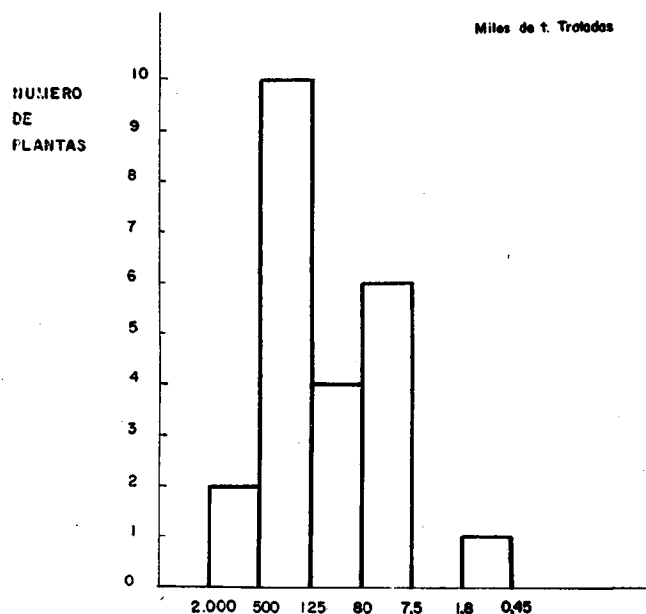


Fig. 3.3-4

El cuadro 3.3-5 refleja la distribución de la producción por provincias, mientras el cuadro 3.3-6 recoge la clasificación de las instalaciones según los tipos de mineral, de los cuales es mayoritario el correspondiente a la especie hematites, seguido a escasa distancia por la magnetita.

CUADRO 3.3-5

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION POR PROVINCIAS

Provincia	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
León	4	1.522.200	1.179.700	621.300
Badajoz	3	192.000	104.200	58.400
Málaga	1	207.700	74.700	42.600
Granada	2	2.160.600	2.156.400	1.107.100
Teruel	2	170.700	164.500	74.700
Santander	1	1.076.100	290.300	148.000
Vizcaya	10	876.900	564.600	284.000
TOTAL	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

CUADRO 3.3-6

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES SEGUN TIPOS DE MINERAL

Tipos de mineral	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
Magnetita	8	1.921.900	1.358.600	722.300
Hematites	2	2.160.600	2.156.400	1.107.100
Limonitas	8	1.387.600	509.000	249.000
Carbonatos	5	736.100	510.400	297.700
TOTAL	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

El cuadro 3.3-7 resume la clasificación de las instalaciones por su capacidad nominal.

CUADRO 3.3-7

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad en 24 h.	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
Más de 9.000.....	1	1.800.600	1.800.000	936.000
9.000 - 4.500.....	2	682.400	459.900	237.200
4.500 - 2.250.....	3	1.915.900	1.010.100	532.100
2.250 - 1.125.....	4	1.195.500	912.300	447.400
1.125 - 560.....	2	218.400	116.500	60.400
560 - 280.....	4	279.400	165.400	88.400
280 - 140.....	1	31.000	24.800	11.800
140 - 70.....	5	58.000	33.500	16.900
Menos de 70.....	1	25.000	11.900	5.900
TOTAL	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

El cuadro 3.3 - 8 recoge la clasificación de las instalaciones por su antigüedad.

CUADRO 3.3-8

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU ANTIGÜEDAD

Antigüedad años	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
Menos de 5.....	7	2.882.700	2.438.800	1.274.200
5 - 10.....	4	961.200	777.100	411.800
10 - 20.....	5	272.600	176.700	90.200
Más de 20.....	3	164.400	153.200	69.800
Sin datos.....	4	1.925.300	988.600	490.100
TOTAL.....	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

Debe indicarse, por último, que la cualificación de la maquinaria constitutiva de las diferentes plantas no ha sido posible por insuficiencia en los datos.

3.3.3 OPERACIONES

En el cuadro 3.3 - 9 se expone la clasificación de las instalaciones por el sistema de tratamiento empleado. La mayoría de éstas corresponden a procesos de separación magnética de baja intensidad, y, sin embargo, la producción más importante de las expuestas sólo ha sido sometida a una simple clasificación mecánica por englobar la ya citada producción de Andalucía de Minas.

CUADRO 3.3-9

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Sistema	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
Separ. magnética.	8	1.921.900	1.358.600	722.300
Clasif. mecánica	3	2.300.300	2.298.100	1.170.000
Calcinación.....	5	736.100	510.400	257.700
Gravimetría.....	3	1.191.500	334.700	169.800
Desenlodado.....	4	56.400	34.600	16.300
TOTAL.....	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

Atendiendo a la calidad de los productos obtenidos, la observación del cuadro 3.3 - 1 lleva a la conclusión de que tan sólo existe una instalación en la que pueda hablarse de concentración propiamente dicha, entendiéndose por tal aquella operación en la que se llega a la liberación de la mena. Se trata, en efecto, de la correspondiente a la empresa Tallefer, en la que el concentrado magnético obtenido tiene una ley del 66 por 100, lo que acredita un elevado grado de liberación; pero, en contrapartida, su

producción es la más baja de todas las de separación magnética recopiladas.

En todos los demás casos sólo puede hablarse de preconcentración, ya sea magnética, gravimétrica, por calcinación, etc.

En la figura 3.3-10 se han representado las distribuciones de los tonelajes tratados y obtenidos según su ley en hierro. De la comparación de las dos partes de la figura se deduce un claro desplazamiento hacia la derecha (leyes más altas) en los productos obtenidos, así como una agrupación hacia una ley media, comprendida entre el 52 y 54 por 100. Debe hacerse constar una vez más el importante peso específico de las tres plantas de clasificación mecánica, en las que la ley no varía, ya que representan el 37 por 100 del total tratado y el 51 por 100 del obtenido.

Los rendimientos ponderales, así como los metálicos de cada operación, pueden deducirse de los datos del cuadro 3.3-1.

Igualmente, en dicho cuadro se expresa el número de muestras que se toman diariamente para el control de las instalaciones; en todos los casos el desmuestre es manual, salvo en el de Andalucía, que es automático y que, además, destaca por el importante número de muestras tomadas (90). Debe hacerse notar que en las instalaciones de calcinación, gravimétrica y desenlodado prácticamente no existe un control analítico de las operaciones.

La distribución de las plantas según su productividad está reflejada en la figura 3.3 - 11, en la que, además, se hace constar la dependencia entre el tipo de tratamiento y el valor de la productividad. En efecto, parece existir una cierta ordenación de los tratamientos según la productividad alcanzada, que de menor a mayor sería la siguiente: desenlodado, calcinación, gravimetría, separación magnética y clasificación mecánica.

Existen excepciones, que generalmente coinciden con plantas de productividad inferior a la que podría corresponderle, debido a que cuenta con una etapa de estrío manual. Este también es uno de los motivos de que las productividades inferiores correspondan a las plantas de desenlodado, pues todas ellas poseen el citado estrío.

En lo referente a los consumos por tonelada tratada, los datos obtenidos son completos en cuanto al consumo de kW/h. y de agua, mientras que tan sólo se dispone de 2 ó 3 referentes al consumo de acero y otros tantos al consumo de antracita en los hornos de calcinación; los de energía y agua están recogidos en el cuadro 3.3 - 1.

3.3.4 SERVICIOS VARIOS

En el cuadro 3.3 - 2 se recogen todos los datos correspondientes a los capítulos de potencia instalada, procedencia del agua empleada, evacuación de estériles y sistema de depuración de aguas.

Es poco, en este caso, lo que se puede deducir sobre tales datos, y únicamente cabe mencionar lo siguiente:

- Sólo una empresa (Coto Wagner) se autoabastece parcialmente de energía.
- Una de las plantas de separación magnética (Ferrarco) emplea agua de mar y de pozos, en partes iguales.
- Sólo una empresa (Tallefer) considera sus estériles como tratables en el futuro.
- Todos los sistemas de depuración de aguas se basan en la de decantación de los lodos.

HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS TONELAJES TRATADOS Y OBTENIDOS SEGUN LA LEY EN HIERRO

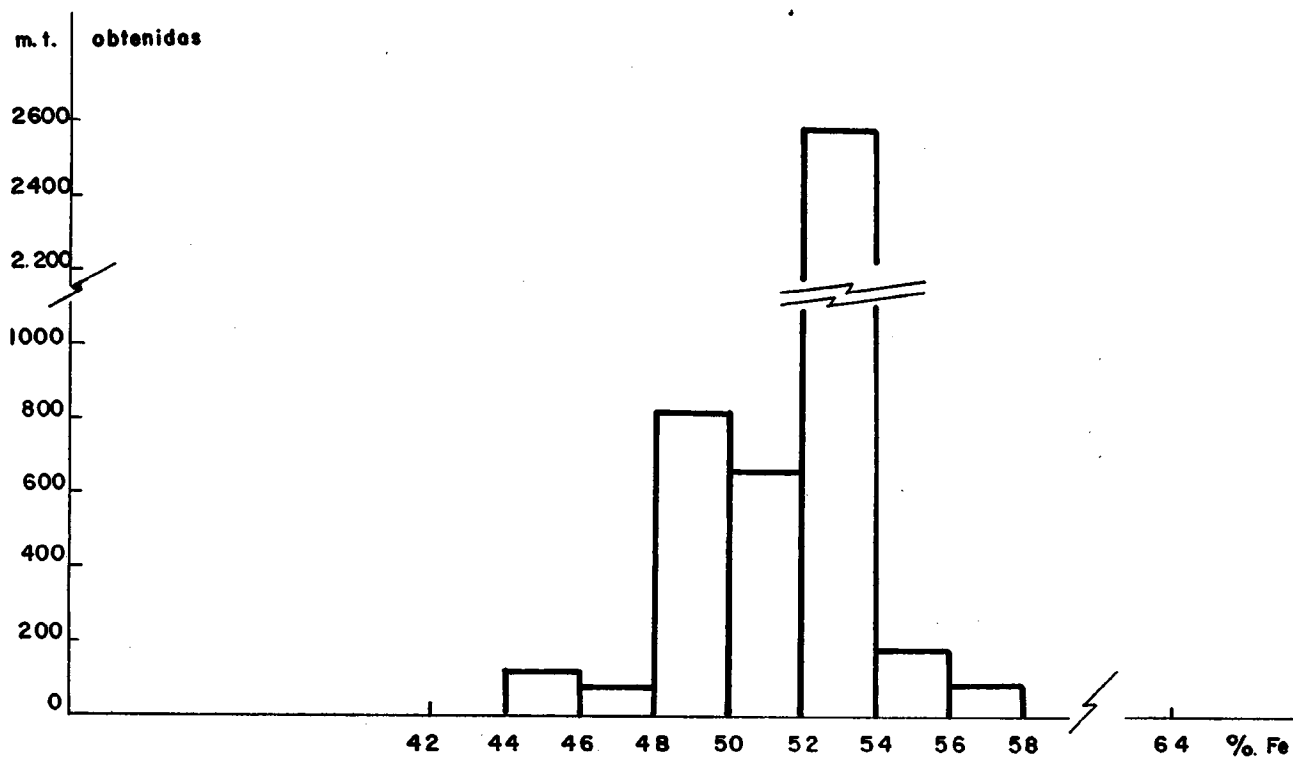
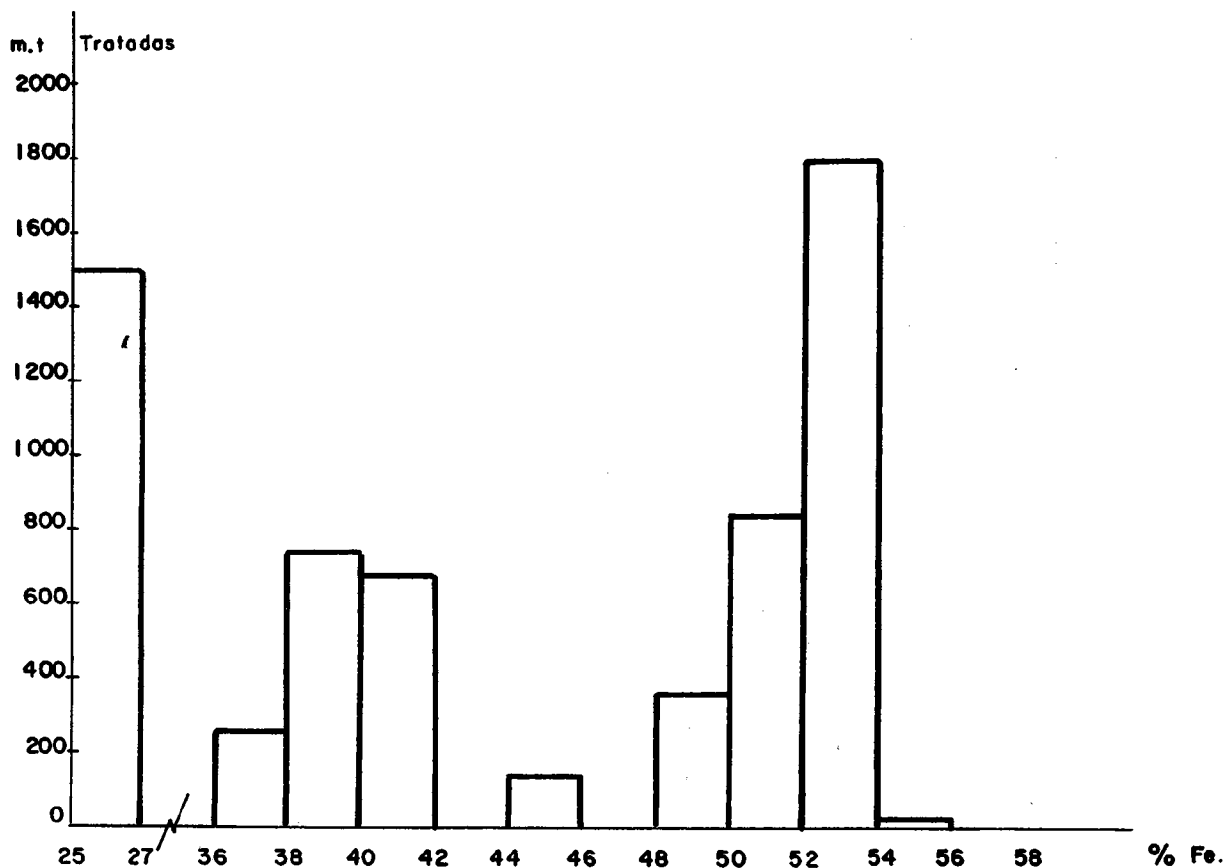


Fig. 3.3-10

HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS SEGUN LA PRODUCTIVIDAD ALCANZADA

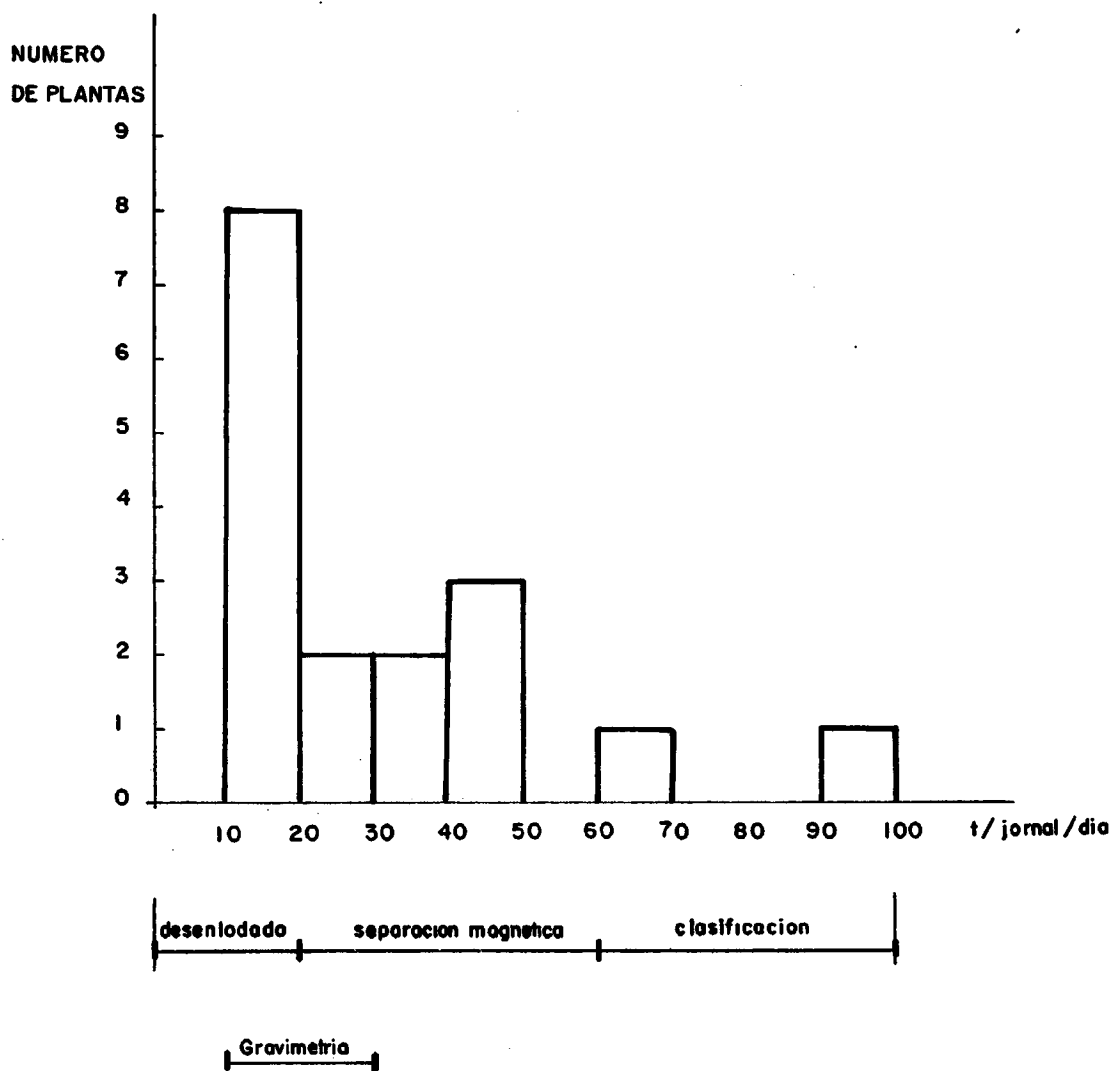


Fig. 3.3-11

3.3.5 APROVECHAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Dentro de este apartado se analizan los valores alcanzados por los rendimientos ponderales de las instalaciones, grado de aprovechamiento temporal y coeficientes de eficacia mecánica.

En la figura 3.3-12 se ha representado la distribución de las plantas según el rendimiento ponderal alcanzado. La distribución superior corresponde a los datos recogidos de la encuesta y la inferior a los rendimientos deducidos, descontando el tiempo de los relevos no trabajados, es decir, que en este caso se ha extrapolado el rendimiento alcanzado en uno o dos relevos, al caso hipotético de trabajar los tres, lo que hace más comparables los resultados de esta extrapolación; los valores son los que aparecen, entre paréntesis, en el cuadro 3.3-2. Esta hipótesis de trabajo, que, desde luego, puede aportar algún error, como parece demostrarlo el hecho de que algunas plantas antiguas alcancen así el 100 por 100 de rendimiento, sitúan, sin embargo, los datos obtenidos de la encuesta en un mismo plano, en el cual las comparacio-

nes son posibles. Además existen muchas probabilidades de que las anomalías señaladas se deban más a un error en los datos obtenidos que a las imperfecciones de la hipótesis.

De cualquier forma, puede verse que el aprovechamiento ponderal es bajo y que, por lo tanto, las plantas han trabajado, en general, bastante por debajo de su tope máximo de capacidad.

El estudio de los grados de aprovechamiento de la instalación respecto al tiempo se ha hecho de forma similar a la anterior, sobre los datos obtenidos y sobre los corregidos, excluyendo los tiempos correspondientes a los relevos no trabajados; los resultados, que aparecen entre paréntesis en el cuadro 3.3-2, se han representado en la parte inferior de la figura 3.3-13. De la comparación de dicha figura con la 3.3-12 se deduce claramente que los rendimientos ponderales son inferiores a los aprovechamientos de las plantas. Como datos reseñables puede decirse que las plantas de calcinación tienen unos rendimientos muy altos.

La eficacia mecánica de las instalaciones suele ser

HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS SEGUN SUS RENDIMIENTOS PONDERALES

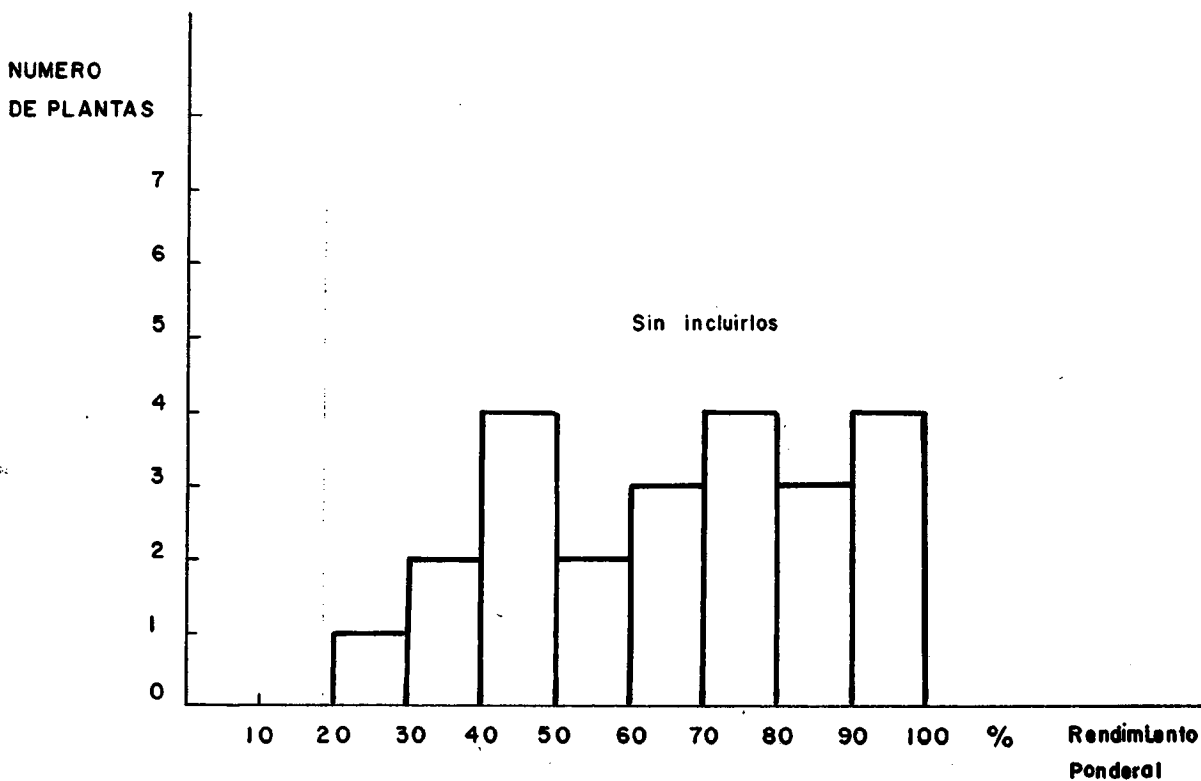
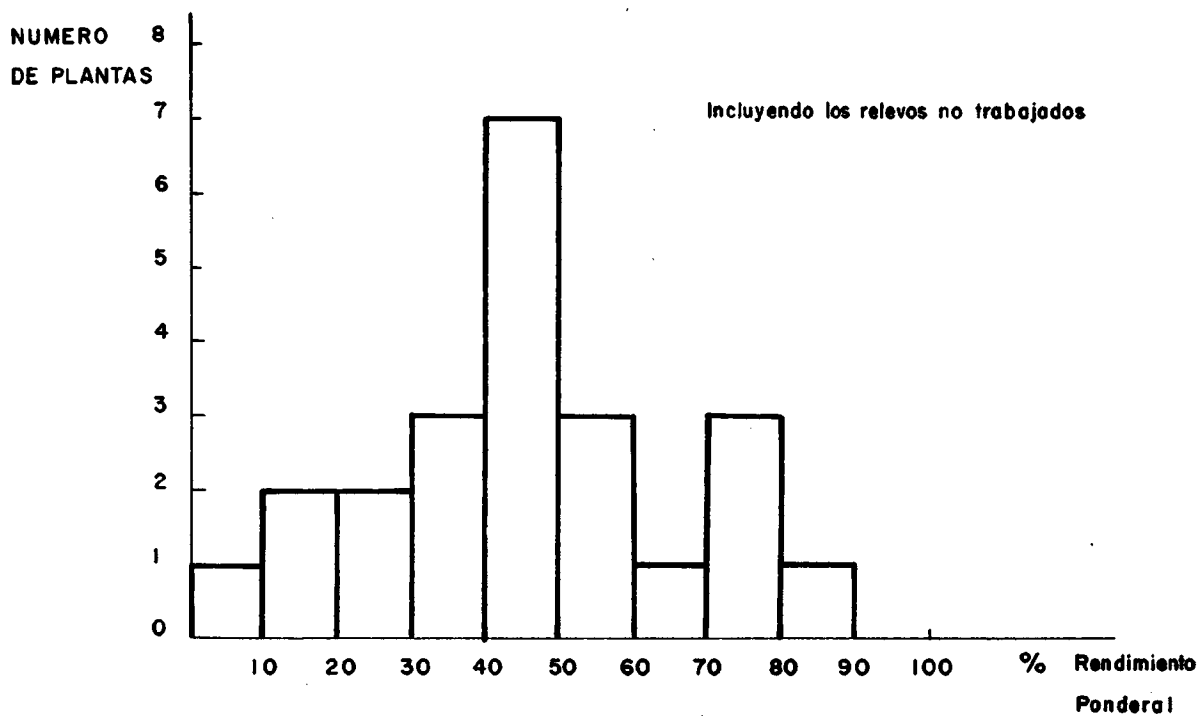


Fig. 3.3-12

HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS SEGUN EL APROVECHAMIENTO DE LA INSTALACION

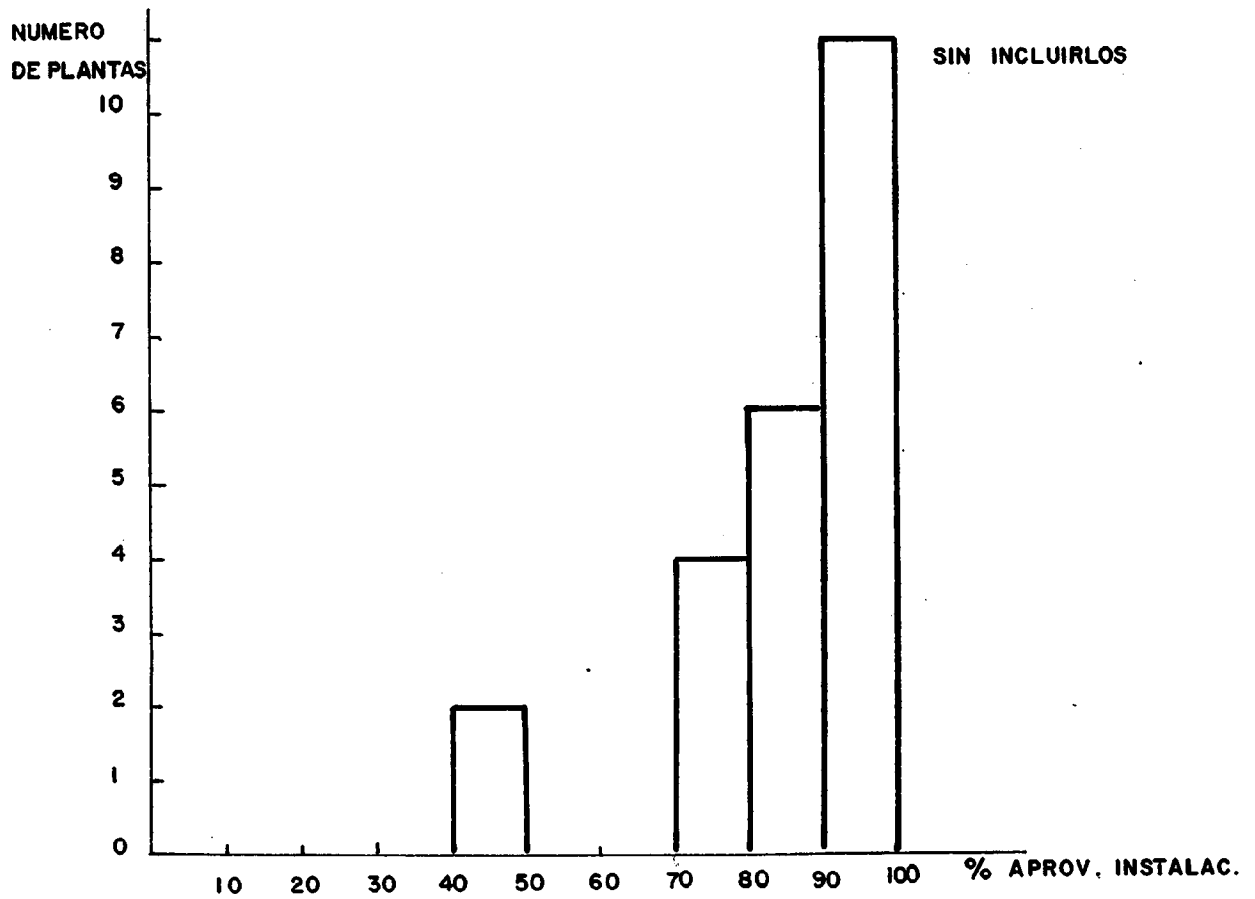
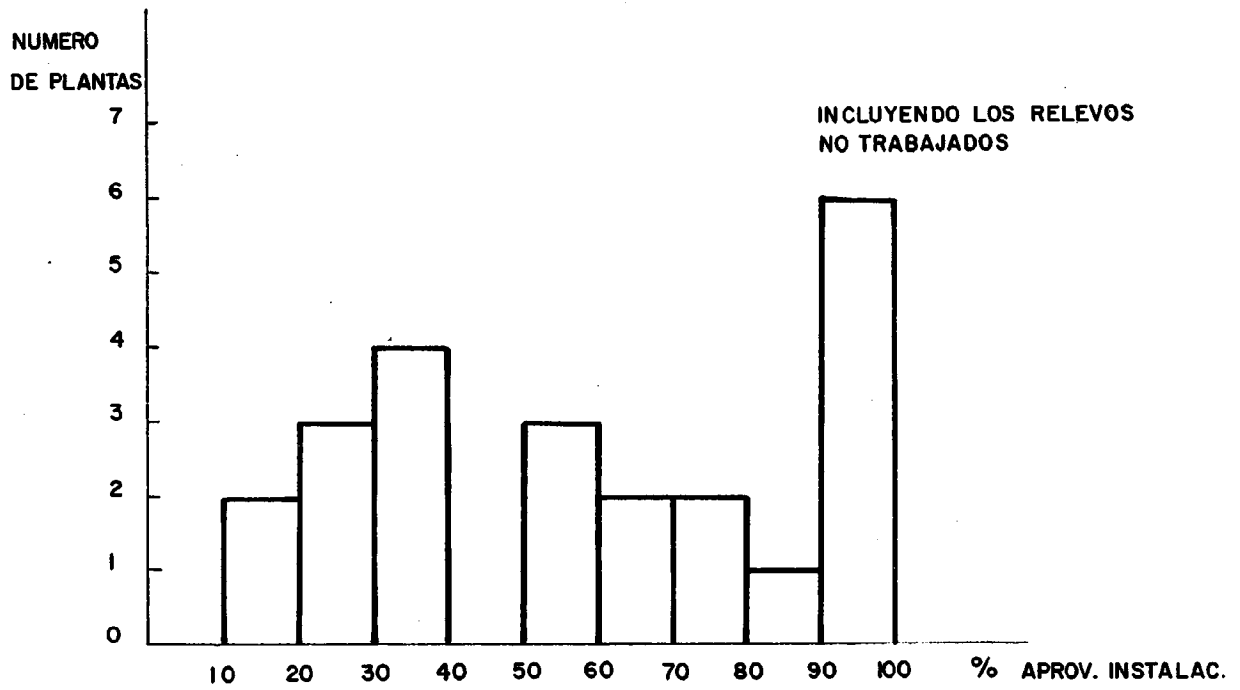


Fig. 3.3-13

alta, puesto que en 14 plantas es superior a 90 por 100 y en 5 está entre 80 y 90 por 100; el cuadro 3.3-14 recoge la clasificación de las instalaciones por este concepto.

CUADRO 3.3-14

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU EFICACIA MECANICA

Eficacia mecánica	Núm. de instalaciones	Tonelaje tratado	PRODUCCION	
			Peso	Fe cont.
100 - 95	7	3.091.100	2.686.300	1.386.400
95 - 90	7	1.400.200	548.600	271.700
90 - 85	3	475.400	400.800	192.900
85 - 80	3	192.000	104.200	58.400
< 80	3	1.047.500	794.500	426.700
TOTAL	23	6.206.200	4.534.400	2.336.100

Por último, y para concluir la mención de las instalaciones actuales, debe hacerse una breve cita de aquellas que no han podido ser incluidas en cuanto antecede por no disponerse de los datos correspondientes en la fecha de redacción del presente apartado, entre los que destacan por su importancia: las correspondientes a Orconera—Bodovalle, de Agruminsa, y Santa Olalla, de Minera del Andévalo—. Al carecer, pues, de los datos necesarios de ambas instalaciones, lo único que puede indicarse de ellas es que la primera trata minerales semejantes a los de la Sociedad Española de Minas de Somorrostro y tiene una etapa de gravimetría (medios densos) y otra de calcinación, y en cuanto a la segunda, trata magnetitas, siendo semejante a la de la planta de San Guillermo, de la misma Sociedad minera, pero de mayor capacidad.

3.4 INSTALACIONES EN CONSTRUCCION, PROYECTO O MODERNIZACION

Siguiendo el orden que se ha establecido en los cuadros 3.3-1 y 3.3-2 pueden mencionarse los siguientes proyectos:

- Cotos Wagner y Vivaldi: anteproyecto de molinenda fina suficiente para conseguir liberación, concentración y peletización, realizado por el INI. Está pendiente de aprobación oficial.
- Minerales de la Compañía Minera del Andévalo. Plantas de Colmenar, San Guillermo, Santa Olalla: los proyectos parecen apuntar hacia una molinenda

suficiente para liberar la calcopirita, enviando el concentrado magnético a sinterizar.

- Ferarco: cuenta con un proyecto de molinenda hasta liberación, concentración y peletización, con una producción de 400.000 toneladas de pelets anuales.
- Compañía Andaluza de Minas: proyecto de estrijo de los gruesos por medios densos para eliminar las intercalaciones de caliza.
- Sierra Menera: cuenta con un proyecto de peletización, cuya realización se encuentra detenida, por ahora. Sin embargo, se está poniendo a punto una instalación de clasificación más moderna y efectiva que la recogida en la ficha de la encuesta.
- Por último, las minas importantes de Vizcaya cuentan con anteproyectos de mejora de las instalaciones de calcinación y de las de preconcentración gravimétrica en diversos estados de desarrollo.

3.5 CONCLUSIONES

La preparación de minerales de hierro en España es muy elemental, reduciéndose, en general, a unos estrijos manuales, a unas preconcentraciones gravimétricas o magnéticas o a unas clasificaciones granulométricas. Por otra parte, la heterogeneidad de los procesos aplicados dificulta singularmente la labor de dar una impresión general sobre el conjunto del sector. Sin embargo, y con las reservas apuntadas, de los datos estadísticos obtenidos pueden deducirse las siguientes conclusiones:

- En cuanto a la antigüedad puede decirse que al menos la mitad de las instalaciones encuestadas pueden calificarse como anticuadas.
- La calidad de los productos obtenidos es discreta (52 a 54 por 100 Fe de media), aunque, en general, nunca parece haberse pretendido llegar a niveles de enriquecimiento que aún no han sido, por diversas circunstancias, suficientemente ponderados ni analizados técnica y económicamente en gran parte de los casos.
- Los rendimientos de las operaciones de tratamiento son, salvo en el caso de simples clasificaciones granulométricas, mediocres.
- El sistema de control es, en general, muy deficiente.
- La existencia de estrijo manual en algunas instalaciones da lugar a productividades muy bajas en las mismas.
- El aprovechamiento ponderal es, en general, muy bajo.
- El aprovechamiento, en el tiempo, de las instalaciones es también deficiente.
- La eficacia mecánica es satisfactoria.

4. PREPARACION DE PIRITAS, MINERALES COMPLEJOS Y COBRIZOS

4.0 INTRODUCCION

Para el estudio de los minerales comprendidos en este apartado, una primera ordenación puede ser la de piritas de hierro, piritas cupríferas y minerales complejos, en los que al cobre acompañan en las piritas, cinc, plomo, plata, oro y óxidos de hierro.

La diferenciación entre las dos primeras es puramente cualitativa desde el punto de vista de su contenido en cobre, ya que todas las piritas del suroeste contienen un determinado porcentaje de este metal.

Por este motivo, la agrupación de las distintas instalaciones se ha hecho teniendo en cuenta dos esquemas de tratamiento, a saber: el de las plantas, que sólo incluyen operaciones de trituración y clasificación, y el del conjunto de aquellas otras que utilizan sistemas de concentración de cualquier tipo, tanto gravimétrico como de flotación.

Desde el punto de vista de la preparación de minerales, la mayor parte del tonelaje extraído se incluye en el primer grupo citado, que permite la comercialización de las piritas con sólo su trituración y calibrado; muchas de estas plantas producen dos clases de piritas, denominadas piritas de hierro y piritas ferrocobrizas, que

se obtienen por la diferente calidad del género extraído de la mina, que depende de la zona de explotación, previamente reconocida.

4.1 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

4.1.1 CUADROS SINOPTICOS

En el cuadro sinóptico 4.1-1 se resumen las características de las plantas de trituración de piritas; en él se expresa el número de la ficha que ha servido para el presente estudio, nombre y situación de la planta, su capacidad nominal, el tonelaje anual tratado y los concentrados obtenidos tanto en piritas de hierro como en las ferrocobrizas, con expresión de la ley en azufre y en cobre.

En el segundo conjunto de instalaciones se consideran aquellas que emplean métodos de concentración. El problema que se presenta, aun utilizando procesos de flotación, es que, dada la baja ley inicial de cobre, junto con la afinidad de los sulfuros de cobre y de hierro, el rendimiento de la operación en cobre es bajo, ya que una parte es arrastrada en el concentrado de piritas de hierro.

CUADRO 4.1-1

INSTALACIONES DE TRITURACION Y DESENLADADO DE PIRITAS

Núm. Ficha PNEM	Nombre de la instalación	Término municipal y provincia	Capacidad nominal t/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	P I R I T A S			PIRITAS FERROCOBRIZAS		
					Prod. anual en toneladas	L E Y E S		Prod. anual en toneladas	L E Y E S	
						S Por- cen- taje	Cu Por- cen- taje		Cu Porcen- taje	S Porcen- taje
635	Concepción	Zalamea la Real (H.)	1.440	43.607	43.607	43,0	0,85	—	—	—
642	Cueva Mora	Zalamea la Real (H.)	180	13.502	13.502	N. c.	N. c.	—	—	—
644	Filón Norte	Alosno (H.)	4.800	305.152	305.152	46,0	0,66	—	—	—
636	S. Bullones	Alosno (H.)	2.700	197.268	197.268	50,0	0,84	—	—	—
645	Trituración	Calafias (H.) ...	2.400	566.166	551.868	47,6	0,65	14.298	1,80	—
632	San Telmo	Cartagena (MU.)	840	76.012	39.474	45,5	0,62	36.538	1,85	45,0
634	Lomero Poyatos.	El Cerro (H.) .	1.000	90.740	—	48,0	1,10	90.740	1,10	48,0
639	Trit. y cernido .	Río Tinto (H.)	5.000	1.200.000	1.200.000	48,09	0,68	—	—	—
393	Andaluza de P.	Aznalcóllar (S.)	330	28.979	28.979	—	—	—	—	—
TOTALES			18.690	2.521.426	2.379.850	—	—	141.576	—	—

(Planta parada para su transformación)

Se incluye también en este grupo una instalación que podría considerarse como de cobre, pero que, dada la analogía con las demás y el estar incluida en la misma zona geográfica, no se ha creído oportuno hacerlo así.

Al igual que en el caso anterior, se reflejan en el cuadro sinóptico 4.1-2 las mismas características de las plantas estudiadas y de las producciones obtenidas.

Al final del cuadro se citan tres instalaciones que en la fecha de redactar este apartado no habían sido puestas en marcha por tratarse de instalaciones nuevas, pero, dada la importancia de ellas, y considerando también que en un plazo breve han de estar en producción, se han querido consignar, advirtiendo que en la columna

del tonelaje anual tratado ha de entenderse tonelaje anual proyectado.

En el tercer grupo se incluirían aquellas plantas que trataran los minerales complejos y cobrizos, aunque se ha de advertir que en la actualidad no se puede dar ningún dato, puesto que se refieren al problema que trata de resolverse en las últimas instalaciones citadas con anterioridad. De todas maneras ha de señalarse el interés que ofrece la puesta en explotación de importantes reservas mineras, que ha dado lugar a solicitud de patentes de invención con este objeto, por lo que es de esperar resultados satisfactorios en un futuro próximo.

CUADRO 4.1-2

INSTALACIONES DE CONCENTRACION DE MINERALES DE PIRITAS FERROCOBRIZAS

Núm. Ficha PNEM	Nombre de la instalación	Término municipal y provincia	Capacidad nominal t/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	PIRITAS			PIRITAS FERROCOBRIZAS		
					Prod. anual en toneladas	LEYES		Prod. anual en toneladas	LEYES	
						S Porcentaje	Cu Porcentaje		Cu Porcentaje	S Porcentaje
643	San Miguel	Almonaster (H.)	180	32.059	11.366	46,09	—	—	—	—
631	Flotación Thar-sis	Calañas (H.) ...	100	14.298	6.541	49,2	0,14	7.757	2,12	46,95
638	Concentración Río Tinto	Río Tinto (H.) .	1.000	221.500	130.900	46,0	0,33	16.400	0,81	49,66
637	Concentrador ...	Río Tinto (H.) .	1.000	265.951	22.346	47,47	0,24	13.522	17,78	37,16
88	San Enrique ...	Constantina (S.)	60	12.600	—	—	—	504	20,0	—
TOTALES			2.340	546.408						

Las instalaciones siguientes están pendientes de su puesta en marcha, y no se tienen datos de sus rendimientos.

633	Romerita	Almonaster (H.)	400	—	—	—	—	—	—	—
641	Cerro Colorado .	Río Tinto Pati-ño (H.)	9.024	3.000.000	—	—	—	105.000	18,3	—
640	Conc. Oro y Pla-ta	Río Tinto Pati-ño (H.)	4.367	1.500.000	—	—	—	30	20 gr/tAu. 80 gr/t Ag.	—

4.1.2 COMENTARIOS A LOS CUADROS ANTERIORES

Considerando el conjunto de todas las instalaciones antes reseñadas en el cuadro 4.1-1 y las producciones totales obtenidas, se observa que la capacidad nominal de tratamiento es de 18.690×300 días = 5.607.000 toneladas y que el tonelaje tratado ha sido de 2.521.426 toneladas, lo que supone un coeficiente de aprovechamiento de las instalaciones de:

$$\frac{2.521.426}{5.607.000} \times 100 = 44,9 \text{ por } 100$$

Para juzgar el valor de este resultado, aparentemente bajo, se ha de tener en cuenta que en estas plantas de trituración su marcha está determinada por el ritmo a que se mantenga la explotación minera, y no es, por tanto, atribuible a la instalación, aunque el aprovechamiento de ésta es bajo.

Efectuando el mismo cálculo para las instalaciones del cuadro 4.1-2 se obtiene como valor del coeficiente de aprovechamiento medio de estas instalaciones:

$$\frac{546.408}{702.000} \times 100 = 77,8 \text{ por } 100$$

lo cual indica un valor aceptable, aunque susceptible, de mejora, teniendo en cuenta que están incluidas instalaciones pequeñas que no trabajan los tres turnos.

Dado que está pendiente la puesta en marcha de las instalaciones, que figuran por separado al final del cuadro 5.1-2, no se puede, en este momento, tenerlas en cuenta ni deducir conclusiones antes de conocer los resultados que se obtengan, que, sin duda, elevarán considerablemente el nivel técnico en esta importante rama minera, puesto que entre estas instalaciones se incluyen las que han de beneficiar los minerales complejos, a los que anteriormente se ha aludido.

En cuanto a la distribución geográfica, no merece una atención especial, puesto como se hace constar en los cuadros ya citados todas están enclavadas en la zona suroeste de España.

4.1.3 CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU CAPACIDAD NOMINAL

En el cuadro 4.1-3 se han agrupado las distintas instalaciones según la capacidad nominal de las mismas, manteniendo la misma diferenciación que se ha seguido en los cuadros 4.1-1 y 4.1-2, es decir, separando las que

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad nominal t/24 hrs.	Número instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL							
			M I N E R A L				CU METAL CONTENIDO		PORCENTAJE CU DEL TOTAL	
			P I R I T A S		P. FERROCOBRIZAS		Pirritas en toneladas	P. ferro- cobrizas en t.	En pirritas	En pirritas fe- rrocobrizas
			Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total				
Correspondiente al Cuadro 4.1-2										
0 - 100	1	12.800	—	—	504	0,02	—	60	—	0,27
100 - 500	2	46.357	17.907	0,72	7.757	0,31	9	164	0,04	0,75
500 - 1.000	2	487.451	153.246	6,22	29.922	1,11	484	2.537	2,21	11,57
ESTÉRILES TOTALES		(344.397)	—	—	—	—	—	678	—	3,09
		TOTAL	171.153	6,94	38.183	1,44	—	3.439	—	—
Correspondiente al Cuadro 4.1-1										
0 - 500	1	13.502	13.502	0,55	—	—	—	—	—	—
500 - 1.000	2	166.732	39.474	1,67	127.278	5,20	274	1.673	1,25	7,64
1.000 - 3.000	3	807.041	792.743	22,43	14.298	0,59	5.614	257	25,60	1,17
3.000 - 5.000	2	1.505.152	1.505.152	61,18	—	—	10.174	—	46,40	—
		TOTAL	2.350.871	85,83	141.576	5,79	—	—	—	—
		TOTAL GENERAL	2.522.024	92,77	179.759	7,23	—	—	—	—

tienen un proceso de concentración de las que sólo se emplea la trituración para preparar el mineral.

Como explicación a dicho cuadro se debe aclarar que al referirse al reparto que en cada grupo se hace del tanto por ciento de la producción se ha tomado la suma de todas las piritas, tanto de cobre como ferrocobrizas, incluidas en la relación de fichas; asimismo, el reparto del cobre contenido se refiere también a la totalidad del cobre contenido en la cifra anterior. La totalidad de piritas que se han tomado en consideración es de 2.460.289 toneladas, mientras que la producción española en el mismo período ha sido de 2.703.638 toneladas, es decir, en este cálculo se ha tomado:

$$\frac{2.460.288}{2.703.638} \times 100 = 91,06 \text{ por } 100$$

por lo que se ha dejado de considerar el 8,94 por 100 por no disponer de datos, aunque no se cree que este error pueda influir demasiado en las conclusiones que se deducen.

Comentario al cuadro 4.1-3

— El total de las piritas consideradas, 2.460.288 toneladas, está constituido por 179.143 toneladas de piritas ferrocobrizas y 2.281.146 toneladas de piritas de hierro, lo que da una proporción expresa en tanto por ciento del 7,23 por 100 y 92,77 por 100, respectivamente.

— Las piritas de hierro que se obtienen en las plantas de concentración representan solamente el 6,94 por 100 de la producción de este mineral.

— Las piritas ferrocobrizas tratadas en plantas de concentración representan el 1,44 por 100 y las que no sufren este tratamiento son el 5,79 por 100 del total de piritas a las que se ha hecho referencia.

— Considerando el cobre contenido en el total de las piritas resulta ser de 21.924 toneladas, las cuales se distribuyen en 5.369 toneladas, que van con las piritas ferrocobrizas, y 16.555 toneladas, que van con las piritas de hierro, lo que da en porcentajes el 24,5 por 100 y 75,5 por 100, respectivamente.

Ahora bien, el cobre contenido en las piritas ferrocobrizas (el 24,5 por 100 del cobre total de las piritas) se distribuye en 2.761 toneladas de cobre, o sea el 12,59 por 100 en los concentrados ferrocobrizos, los cuales tienen una ley media del 7,34 por 100, y 678 toneladas de cobre, que representan el 3,09 por 100, que se pierden en los estériles de lavado y que tienen una ley media de 0,2 por 100 de cobre. Por último, 1.970 toneladas, 8,81 por 100, que acompañan a las piritas ferrocobrizas, las que tienen una ley media de 1,36 por 100.

Se acompaña un esquema de la distribución de las piritas de hierro y ferrocobrizas en cuanto a su tratamiento, y otro de la distribución del cobre contenido que sirven para aclarar lo anteriormente expuesto. En él se ve que solamente el 8,38 por 100 de las piritas extraídas se someten a tratamiento de concentración, con lo que se logra recuperar el 12,59 por 100 del cobre. Del resto de las piritas se apartan en las piritas ferrocobrizas el 8,80 por 100 del cobre contenido. Los actuales proyectos de nuevas plantas de tratamiento lograrán, aparte de otros resultados más importantes (aumento de producción, etc.), mejorar el balance de aprovechamiento del cobre. Pero hay que señalar que la solución no estriba en las plantas de concentración solamente, sino, en ma-

yor medida, en la unificación y mejora de los procesos de tostación de la pirita, para que estos residuos sean totalmente recuperables y se traten en plantas de suficiente capacidad; problema éste que se sale del marco de este trabajo.

CUADRO 4.1-4

DISTRIBUCION DE LOS TONELAJES DE PIRITAS

Piritas totales 2.460.288 t. = 100 %	A concentración	}	6,94 % de piritas
			1,44 % de piritas ferrocobrizas
	A trituración ...	}	85,83 % de piritas
			5,79 % de piritas ferrocobrizas

Distribución de los tonelajes de cobre entre las piritas

21.925 t. cobre = 100 %	24,5 % en piritas ferrocobrizas	}	12,59 % en concentrados lavados de 7,34 % Cu.
			3,09 % en estériles de 0,2 % Cu.
	75,5 % en piritas de hierro.	}	1,36 % en piritas ferrocobrizas de 1,36 % Cu.

— No existe el minifundio minero, presente en otras ramas de la minería, puesto que las plantas de menos de 500 toneladas día sólo tratan el 0,60 por 100 de la producción de piritas; las comprendidas entre 500 a 1.000 toneladas día tratan el 14,20 por 100, y el 85,20 por 100 restante se obtiene en plantas de más de 1.000 toneladas día de capacidad; asimismo serán de gran capacidad las nuevas instalaciones que están próximas a su puesta en marcha, como ya se ha indicado.

4.2 CLASIFICACION TECNICA DE LAS INSTALACIONES

4.2.1 RESUMEN DE LAS CLASIFICACIONES DE LAS PLANTAS DE TRITURACION DE PIRITAS

Antigüedad. Buena, a pesar de existir plantas con más de veinticinco años, pero es que hay que tener en cuenta que el tipo de máquinas que aquí se emplean (quebrantadores y trituradores) tienen una vida útil superiores a otros elementos.

Sistema de tratamiento. Bueno; los esquemas son muy sencillos, pero solamente uno tiene la calificación de óptimo; en los nuevos proyectos se sigue esta dirección.

Maquinaria. Buena.

Calidad de los productos obtenidos. Buena. No se tienen datos sobre granulometría, que podrían indicar la calidad del producto.

Rendimiento de la operación. No se puede hablar de rendimiento por ser planta que al no concentrar dan el 100 por 100.

Sistema de control. Aceptable, ello a pesar de que hay alguna sin ningún sistema y una sola con la calificación de óptima.

Productividad. Buena.

Consumo de energía. Buena, aunque se encuentran dos plantas sin que pasen de aceptable.

Suministro de energía. Bueno.

Abastecimiento de agua.
Almacenamiento y evacuación de estériles.
Depuración de aguas residuales.

No interviene, puesto que ni se emplea agua ni se producen estériles.

Coefficiente de aprovechamiento ponderal. Malo. A excepción de dos que trabajan a dos turnos, las demás lo hacen a uno, de acuerdo con la marcha de la mina, práctica por otro lado correcta para este tipo de instalaciones, por lo que la calificación real resulta ser de aceptable.

Coefficiente de aprovechamiento de la instalación. Malo. Aunque ello es por la misma razón que la expuesta anteriormente.

Coefficiente de eficacia mecánica. Aceptable. Se deja ver aquí la influencia de la antigüedad de las plantas.

4.2.2 RESUMEN DE LA CLASIFICACION DE LAS PLANTAS DE CONCENTRACION DE PIRITAS

- *Antigüedad.* Aceptable, aunque en este conjunto no hay ninguna inferior a cinco años; en general, se han ocupado de su cuidadoso entretenimiento.
- *Sistema de tratamiento.* Bueno. Aunque tienen el defecto de una complejidad por sucesivas mejoras.

- *Maquinaria.* Aceptable.
- *Calidad de los productos obtenidos.* Buena. Dada la dificultad de concentración.
- *Rendimiento de la operación.* Aceptable.
- *Sistema de control.* Bueno. Aun con falta de automatismo en varios casos.
- *Productividad.* Aceptable. Se nota aquí la base antigua de las instalaciones, aun a falta de automatismo.
- *Consumo de energía.* Malo. Por el acoplamiento y mejora de las instalaciones.
- *Suministro de energía.* Bueno. Son escasas las pérdidas de trabajo por esta causa.
- *Abastecimiento de agua.* Optimo. No se ha producido prácticamente pérdidas de trabajo por esta causa.
- *Almacenamiento y evacuación de estériles.* Deficiente. Se hace preciso en lo sucesivo la mejora de este factor, pues hay incluso alguna instalación que vierte a los ríos.
- *Depuración de aguas residuales y aprovechamiento.* Pésimo. Tradicionalmente se ha sacrificado la agricultura a la minería por esta causa. Se precisa estudiar métodos que no resulten una carga excesiva para la industria minera.

5. PREPARACION DE MINERALES DE PLOMO Y CINC.

5.0 INTRODUCCION

5.0.1 GENERALIDADES

El presente trabajo tiene por objeto estudiar la situación actual del sector de preparación y concentración de los minerales de plomo y cinc del país y constituye el complemento de la monografía de la Minería de Plomo y Cinc. Por esta razón, se ha procurado conformar su redacción con el criterio expositivo que se sigue en dicho estudio, cuya filosofía —práctica y aleccionadora— se funda en la estrecha vinculación que la minería de este sector ha tenido, a lo largo de su existencia, con el desarrollo tecnológico de la preparación mecánica de sus minerales y su metalurgia. Este hecho, secundado por factores de orden político, económico y social, ha dado lugar a fenómenos evolutivos y vicisitudes por que ha pasado la minería de plomo y cinc en nuestro país y en el mundo entero. Un estudio detenido de este proceso no sólo permitirá comprender mejor la situación actual de este sector, sino que además ayudará a proyectar y programar con mayores garantías de éxito su futuro desarrollo.

Siguiendo esta misma línea, el presente trabajo comienza con un breve bosquejo histórico de la evolución de las técnicas de preparación de minerales aplicadas a este sector, técnicas que, a su vez, permiten establecer una clasificación de las menas de plomo y cinc desde el punto de vista de su tratamiento; se explican también las tendencias generales de la preparación de menas según la tecnología moderna aplicada al mismo sector; seguidamente, se establece un balance estadístico de las instalaciones actuales y en proyecto o construcción, con un juicio imparcial de la calidad de las mismas desde los puntos de vista técnicos y prácticos de aprovechamiento racional de nuestros criaderos; y, finalmente, se sacan las conclusiones oportunas sin dejar de mencionar la incidencia sobre la contaminación ambiental de las instalaciones de tratamiento y la recuperación de aguas residuales.

5.0.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA PREPARACION DE LOS MINERALES DE PLOMO Y CINCO

5.0.2.1 El escogido a mano y la separación por densidad

La minería de plomo en España data de tiempos muy remotos. Los tartesios, los fenicios, los cartagineses y muy particularmente los romanos y los árabes, explotaron las zonas más ricas de los yacimientos hispanos; y, durante muchos siglos, España ha sido la primera nación produc-

tora de plomo en Europa. Su producción alcanzó la cifra máxima en el año 1860, en el que se produjeron más de 300.000 toneladas de mineral. Los distritos mineros más importantes fueron los de Cartagena, Linares, Sierra de Gádor, Córdoba y Ciudad Real.

Los criaderos que se trabajaron entonces fueron monometálicos, pues la técnica que se disponía no permitía separar los minerales entre sí. En los comienzos, como es lógico, sólo se explotaron las zonas más ricas, en las que el mineral se podía extraer casi puro o, a lo sumo, con la intervención de una selección a mano; después, y durante muchos siglos, se fueron ideando procedimientos de concentración más elaborados, desde el rudimentario desmenuado y cribado por tamaños que facilitaba la selección, hasta los dispositivos más perfectos de separación por densidad, pasando como es natural por los artefactos más rudimentarios que se pueda imaginar.

La descripción de los métodos más antiguos y los aparatos empleados en la preparación de menas en el siglo XVI, se debe al filósofo Agrícola, que lo relata en su obra titulada *De Re Metallica*. Véanse algunas frases con las que, en su libro octavo, describe la separación:

«... cómo deben prepararse las menas.»

«... la mena, tan pronto como se arranca y se saca a la superficie, debe, por tanto, examinarse, y la porción de mineral rico debe separarse a mano de aquella que no lo contiene...»

«Hay siete métodos de lavado comunes a las menas de la mayoría de los metales: el del royo corriente; el del royo dividido con tableros; el del royo inclinado; el de la tina grande; el del tablero corto; el del tablero de finos, y el de la criba angosta o de malla fina.»

«... y dejan correr el agua sobre el tablero de finos. Seguidamente trabajan la mena o la grava hasta que la corriente de agua deposite el mineral sobre el paño... tan pronto como sólo queda el mineral o la grava sobre el paño y quitado el barro en casi su totalidad, recogen el paño y lo lavan en una tina cercana...»

«La criba de malla fina se introdujo en la minería recientemente...; el mineral denso se recoge siempre en el fondo, mientras que el material ligero sube a la superficie por la fuerza del agua.»

Es evidente, pues, que los principios de la concentración gravimétrica se conocían y aplicaban desde tiempos inmemoriales, pero con dispositivos muy rudimentarios y con la intervención de muchos obreros. Esto no representaba ningún inconveniente en aquellos tiempos, teniendo en cuenta la riqueza de los criaderos y la abundancia y baratura de la mano de obra.

Sin embargo, estas circunstancias fueron poco a poco evolucionando. Las zonas ricas de los criaderos de plomo monometálicos fueron agotándose; las intrusiones de otros metales, como el cinc, el hierro y el cobre, fueron sucediéndose y provocaron serias dificultades de separación. Sin duda alguna, estos hechos influyeron en el esfuerzo de perfeccionar los aparatos de lavado y, muy particularmente, en su mecanización, con los que se lograron separaciones más precisas y a menor costo, pero siempre a base de la concentración gravimétrica, lo que implica una separación muy relativa.

Como consecuencia directa del incansable afán de perfeccionamiento en este campo de la separación de los minerales por densidad, se han alcanzado las modernísimas versiones de cribas hidráulicas, mesas de sacudidas, espirales y ciclones, así como los aparatos de medios densos que ofrecen la máxima precisión de corte densimétrico que hasta la fecha se ha podido obtener; todos ellos dotados de una gran capacidad de tratamiento, reducido costo de funcionamiento y mínima vigilancia. Estas características los convierten en elementos utilísimos dentro de la tecnología moderna y, de hecho, se vienen empleando muchísimo en las plantas de tratamiento de mayor actualidad para trabajos de preconcentración o la obtención de un primer concentrado acabado. Con ello se logra reducir la incidencia, en el costo total de tratamiento, de otros métodos más costosos, mejorando la rentabilidad de la operación.

No obstante el alto grado de perfeccionamiento que se ha alcanzado con estos aparatos, todavía se ven, en algunas minas antiguas o en explotaciones muy pequeñas, vestigios de aquella época histórica en forma de rojos, rumbos y cribas cartageneras y también en trabajos de investigación o relave de escombreras.

En cuanto al cinc, se puede afirmar que se conoció en Europa algo más tarde que otros metales que se le asemejan y no fue sino en el siglo XVIII cuando se instaló la primera fábrica de cinc metal de alguna importancia en Inglaterra. Su minería, al igual que en la del plomo, se centró en los yacimientos monometálicos; esta vez de calamina y blenda, pero, así como es relativamente fácil encontrar metalizaciones aisladas de plomo, no lo es tanto si se trata de cinc.

La minería del cinc data, pues, de épocas mucho más recientes que la del plomo; en España, concretamente, se puede afirmar que las primeras explotaciones cincíferas fueron las de los afloramientos de calaminas de los criaderos santanderinos, en el año 1855.

Las menas monometálicas de cinc se han tratado de la misma forma que las del plomo; es decir, en las zonas más ricas del yacimiento ha sido suficiente un simple escogido a mano del mineral, pero cuando éste se encontraba más disperso, así como cuando había que recuperarlo de fracciones más finas, se recurría a la separación por densidad, según se ha descrito anteriormente, liberándolo previamente de los fragmentos de roca que lo acompañaban mediante la oportuna molidura.

Ahora bien, la separación por densidad era en estos casos mucho más deficiente que cuando se trataba de minerales de plomo. Las diferencias de densidad entre los minerales de cinc y la roca o los minerales sin valor que los acompañaban son menores que en el caso del plomo y, por eso, resultaba difícil separarlos bien y obtener buena recuperación del cinc contenido en la mena. Esta dificultad se acentúa mucho más cuando, con los mine-

rales de cinc, se encuentran también los de otros metales pesados como son plomo, hierro y cobre. En estos casos, la separación se hace prácticamente imposible. Por esta razón, no se explotaron los criaderos complejos de plomo y cinc durante mucho tiempo, en espera de encontrar algún procedimiento que resolviese la problemática de su separación, que se resolvió con el descubrimiento y la puesta en práctica de la flotación diferencial por espumas.

El nuevo procedimiento tuvo un gran impacto en la minería de los sulfuros metálicos y de manera muy especial en la del plomo y cinc, y se puede afirmar, sin temor a equivocarse, que la introducción de esta técnica constituye un importante hito en la historia de la minería de este sector, pues es el punto de partida de las explotaciones de minerales complejos.

Teniendo en cuenta la trascendencia de este descubrimiento, no estaría completo este comentario histórico si no se dedicasen algunas de sus líneas a relatar, aunque sólo sea muy brevemente, los hechos que dieron lugar a la aparición de este procedimiento.

5.0.2.2 La flotación diferencial

El descubrimiento de la flotación, tal y como se utiliza actualmente, fue precedido por el de otros fenómenos similares o que le están estrechamente relacionados y que se enumeran cronológicamente como sigue:

Años	Descubrimientos
Epoca remota	— Primeros testimonios del empleo de la flotación.
1857	— Flotación masiva al aceite.
1892	— Flotación de superficie o pelicular (con o sin aceite).
1901	— Flotación por espumas (con pequeñas cantidades de aceite).
1905	— Flotación de minerales carbonatados.
1909	— Utilización del aceite de pino y espumantes solubles.
1910	— Flotación diferencial.
1912	— Depresión de la galena al bicromato.
1913	— Activación de la blenda con sulfato de cobre.
1921	— Flotación en medio alcalino.
1922	— Empleo del cianuro como depresor de la blenda y la pirita.
1924	— Flotación química o a los xantatos (sistema actual).
1925	— Flotación con jabones.
1935	— Flotación diferencial de sales solubles.
1937	— Flotación catiónica.

Los primeros testimonios de empleo de fenómenos relacionados con la flotación pertenecen a épocas muy remotas, cuando Herodoto, en uno de sus escritos, señala la forma en que los griegos recogían el oro de los barros de un lago con plumas de aves untadas con la pez preparada previamente por muchachitas.

Aristóteles, en uno de sus libros, indica también que en las minas de Laurium se concentraba el mineral de plomo contenido en los barros añadiéndoles aceite e insuflándoles aire y el mineral se recogía en una masa espumosa blanquecina; este procedimiento de auténtica

flotación, quedó en el olvido y no se volvió a redescubrir hasta mucho después.

Lo mismo ocurrió con el invento de los hermanos Bessemer, de Dresden, en 1857, que fue patentado para la purificación de los minerales de grafito. Estos, una vez pulverizados, se mezclan con el 1 al 10 por 100 de aceite parafínico y agua en ebullición. El grafito se recogía en la superficie.

Poco más tarde, en el año 1860, Haynez redescubría el procedimiento utilizado en las minas de Laurium, separando los minerales de sus gangas mediante la trituración con un producto oleaginoso en proporciones de 1/5 a 1/9 de su peso y agitándolo seguidamente en el agua.

Hasta el año 1900, la separación de los minerales se había logrado a base de utilizar grandes cantidades de aceite. Esta técnica es la que se conoce por «flotación masiva al aceite».

Independientemente de esto y siguiendo una línea un tanto diferente, se observa que primero Nibelius, en 1892, y después Mac-Quisten, en 1907, y Wood, en 1914, construyeron aparatos de flotación para ser empleados con o sin aceite, pero sin agitación e introducción particular de gas. La separación se realizaba mediante la «flotación de superficie o pelicular».

Volviendo a la flotación con agitación e insuflación gaseosa, Froment, en 1901, llama la atención a la influencia de «un gas cualquiera» como vehículo en la separación de los minerales impregnados con el aceite, y hace notar que no se precisa mucho aceite. Esta es propiamente la técnica de la «flotación por espumas».

En 1905, Higgins, en Londres, llega a la misma conclusión que Froment, observando que la flotación no se hace bien más que cuando se añade menos del 1 por 100 de aceite.

Ese mismo año, Schwartz señala que se pueden flotar los minerales carbonatados después de su tratamiento con el sulfuro de sodio.

En 1909, Greenway, Sulman y Higgins apuntan hacia el empleo de reactivos espumantes solubles como las acetonas, los ácidos grasos y los ésteres, con el fin de reducir la cantidad de aceite empleado. En este momento es cuando el aceite de pino hace su entrada en la flotación.

Se oye hablar por primera vez de la flotación diferencial en el año 1910, en una patente de Lavers, Nutter y la Minerals Separation.

En 1912, Lowry y Greenway descubren que el bicromato deprimen la galena.

En 1913, Bradford demuestra que el sulfato de cobre activa considerablemente la flotación de la blenda, mientras que los sulfitos y el anhídrido sulfuroso le impiden flotar. Así, paso a paso, se avanzó hacia la flotación selectiva de los minerales que tanto impulso había de dar a este método de concentración y a la explotación de minerales complejos. Conviene observar que hasta aquí sólo se utilizaban circuitos ácidos para la flotación, y no fue sino en el año 1921 cuando por primera vez se utilizaron las pulpas alcalinas.

Este cambio de pH llevó consigo el descubrimiento de las propiedades depresoras de la cal para la pirita de hierro y del cianuro para la blenda y la pirita; este último hallazgo se debe a Sheridan y Griswold, en 1922.

El aceite perdió su primacía como reactivo de flotación en el año 1924, con el empleo de los xantatos. La utilización de los colectores solubles marca el comienzo

de la «flotación química», y esto se debe a Keller y ésta es la base de la técnica que se utiliza hoy día para separar los sulfuros de plomo, cinc, hierro y cobre entre sí.

A partir de esta fecha es cuando se da un verdadero impulso a la flotación de los minerales complejos en todo el mundo. La Real Compañía Asturiana de Minas y la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya son las que, una en el norte y otra en el sur, introdujeron por primera vez en España la nueva técnica de concentración de minerales por flotación; merecen especial mención los ingenieros Bárcena y Kienzly, de ambas empresas respectivamente, que más se desvelaron por la aplicación de este procedimiento en España.

En 1925, los ingenieros de la Minerals Separation señalan que los jabones favorecen la flotación de minerales oxidados y de minerales no metálicos básicos.

En 1935, gracias a la técnica de la «flotación laminar», se logran separar ciertas sales solubles entre sí.

Por último, en 1937, se consiguen flotar los minerales no metálicos ácidos utilizando reactivos catiónicos, como lo demuestran los trabajos de Wark y Cox.

Con esto se ha llegado a las técnicas en que se basa la práctica actual de la flotación, pero no quiere decir que se han agotado los conocimientos que de ella se tienen o se podrían tener, sino todo lo contrario. Se presenta como un procedimiento que tiene aún mucho de arte y al que le queda mucho camino que recorrer para desentrañar la ciencia que encierran sus fenómenos físicos, químicos y físico-químicos, que juegan papeles inexplicables, muchos de las veces, en el estado actual de los conocimientos técnicos.

5.0.2.3 La separación con medios densos

En realidad, éste es un procedimiento de separación gravimétrica que debería haberse tratado en el apartado correspondiente, pero se ha creído conveniente considerarlo en este lugar por dos razones fundamentales.

- Su intervención en el campo de la concentración de las menas metálicas, particularmente en el del plomo y cinc, ha sido cronológicamente posterior a la de la flotación por espumas.
- Tecnológicamente hablando, se distingue de los procedimientos gravimétricos convencionales porque no utiliza el agua para llevar a cabo la separación, sino que se realiza en el seno de una suspensión acuosa o líquido denso.

Su desarrollo ha sido espectacular en relativamente poco tiempo. Hay, en la actualidad, una gran profusión de sistemas que utilizan el principio de medios densos y que se pueden clasificar de la manera siguiente:

- Separación en baño estático.
- Separación en una sucesión de baños.
- Separación en baño con agitación controlada.
- Separación en baño de densidad variable, desde la superficie hasta el fondo.
- Separación con lecho hidráulicamente esponjado (método Chance y Stripa).
- Empleo de medio autógeno.
- Empleo de mezclas de líquidos densos.
- Utilización del medio denso en combinación con la fuerza centrífuga (ciclones).

En principio, en grandes líneas, es muy sencillo. Se basa en el hecho de que si se introducen fragmentos de

mineral en el seno de un fluido de densidad adecuada que se pueda mantener en condiciones estables y en relativa quietud, las partículas de densidad superior a la del fluido se hundían y las más ligeras quedaban flotando.

El origen de estos métodos data del siglo pasado y durante muchos años se han venido realizando separaciones de esta índole en el laboratorio, utilizando para ello licores o líquidos densos, pero éstos sólo tienen, por ahora, muy limitadas aplicaciones industriales. Varias décadas atrás se investigaron las posibilidades de utilizar una suspensión acuosa de magnetita finamente molida, en lugar de licores o líquidos densos; el fluido así preparado, resulta económico y se decanta con suficiente lentitud para simular que es un auténtico líquido denso, pero, sin embargo, su aplicación industrial fracasó entonces por falta de un sistema de depuración adecuado que permitiese mantener la suspensión limpia y en condiciones de trabajo.

En 1858, Bessemer patentó el empleo de soluciones de cloruros metálicos y, en 1911, Du Pont desarrolló el método de obtener elevadas densidades con hidrocarburos halogenados.

El primer éxito industrial, sin embargo, lo obtuvo el procedimiento Chance, patentado en 1917. Este no es, estrictamente, un procedimiento de medios densos, pues utiliza un lecho de arena esponjado hidráulicamente.

Lessing, en 1928, hizo resurgir el empleo de soluciones de cloruros cálcicos.

En 1931, se emplearon suspensiones acuosas de arcilla, yeso y piritita; y en 1932 De Voors estableció un procedimiento para el lavado de carbones basado en el empleo de un medio denso formado con barita y arcilla. Las mezclas de estas tierras con agua proporcionan fluidos suficientemente estables, con densidades que van de 1.4 a 1.6. En estas condiciones el carbón flota y la piritita se hunde, pero esta gama de densidades no es, sin embargo, suficiente para tratar la inmensa mayoría de las menas, las cuales precisan de densidades de corte de 2.70 y aún mayores.

En 1935, la empresa Huntington Heberlein investigó y puso a punto el empleo de una suspensión acuosa de galena finamente molida, ensayándola en una planta piloto y, después, en la primera planta industrial que trató el mineral de plomo de la mina de Halkyn, en Gales.

Entretanto, la American Zinc, Lead and Smelting Co. inició los trabajos de investigación del procedimiento de separación en medios densos en los Estados Unidos en Mascot, Tennessee. Aquí se comenzó a trabajar industrialmente en 1939 con un medio de galena, pero más tarde ésta se reemplazó por la magnetita y el ferrosilicio. El cambio se realizó después de haber puesto a punto el método de depuración del medio denso, haciendo uso de las propiedades magnéticas de estas sustancias.

El procedimiento de separación con medios densos se caracteriza por su precisión de corte, pudiendo tratar minerales con diferencias de densidad de tan sólo 0.1, o incluso menos, y a tamaños relativamente gruesos, con los que se reduce enormemente el costo de molienda y se abarata el proceso de preparación de la mena en su conjunto.

Por este motivo, y a partir de entonces, se abrieron nuevas posibilidades para las explotaciones de plomo y cinc; particularmente se pudieron tratar minerales más pobres y de un modo especial las grandes escombreras de minas importantes que hasta ese momento no se consideraban rentables. Dichas tierras se pueden someter a

una preconcentración en un baño de medios densos, eliminando una porción importante de estéril y obteniendo un producto hundido, suficientemente rico para soportar los gastos de un tratamiento más costoso, como es el de la flotación por espuma, y así fue como surgió una nueva fuente de producción de plomo y cinc nada despreciable: la del relavado de escombreras. Su impacto en este sector ha sido importante, como se verá más adelante al hablar de las plantas de tratamiento de escombreras.

5.0.3 ORIGEN Y VALORACION DE LOS DATOS EMPLEADOS

Para la confección de este trabajo se ha comenzado por registrar los datos más importantes de cada instalación de tratamiento existente, en proyecto o en construcción en España.

Los datos de cada instalación han sido juzgadas estableciendo su calificación según los distintos apartados que figuran en la «Hoja de calificación de instalaciones», cuyo modelo se acompaña en el Anejo.

Por diversas razones no se han podido abarcar todas y cada una de las instalaciones existentes, pero sí un importante número, bien representativo, de ellas. Conviene advertir a este respecto, que ésta es la primera vez que en España se acomete la ingente labor de recopilación de datos tan detallados sobre las plantas de tratamiento de minerales; para ello, en muchos casos, ha sido preciso desplazarse personalmente a tomarlos «in situ», con la consiguiente inversión de tiempo y dinero, y así no es, pues, de extrañar que los datos de las menos importantes no se hayan obtenido. Se ha procurado, eso sí, que figuren entre los recopilados los correspondientes a las instalaciones mayores o que más influyen en la producción nacional de plomo y cinc y, de esta forma, se ha logrado obtener una perspectiva clara y precisa de la situación actual de la preparación de minerales en este sector.

Hay, en total, 70 lavaderos de plomo y cinc en España y los calificados han sido 45, es decir, un 64.3 por 100 de los que debían haberse registrado. Sin embargo, la producción anual de estas 45 instalaciones (59.070 toneladas Pb y 80.799 Tm. Zn.) representa el 79,0 por 100 del plomo y el 89,0 por 100 del cinc total producido en el año 1969.

Es evidente, pues, la representatividad de los datos recogidos y el peso específico que se da al presente trabajo.

Por último, y aunque ya se señalará en el apartado 8, «Recomendaciones», se cree conveniente insistir en la necesidad de completar y mantener al día esta información, ya que de nada serviría si se quedara trasnochada, mientras que con relativamente poco esfuerzo —la inercia puede resultar buena aliada en este caso— se podría fácilmente mantener actualizada, convirtiéndose en utilísima herramienta de trabajo.

5.0.4 NECESIDAD DE LA PREPARACION PARA LA OBTENCION DE CALIDADES DE ACUERDO CON LAS EXIGENCIAS DEL MERCADO

La propia historia de la minería de plomo y cinc es la que proporciona la evidencia más clara de esta necesidad y de ahí su importancia y la atención especial que le ha sido dada a esta monografía.

Ya han quedado muy atrás aquellos tiempos en que los minerales se arrancaban de la tierra casi puros o, a lo sumo, se escogían a mano para enviarlos directamente a la fundición, pues los yacimientos que hoy día quedan por explotar son cada vez más pobres y complejos. Es imprescindible, por lo tanto, enriquecer los minerales arrancados, separándolos entre sí y preparándolos adecuadamente para su empleo en la industria transformadora correspondiente.

El exceso de ciertos elementos extraños en el concentrado que se entregue al consumidor no sólo reduce el valor de este producto, sino que, muchas veces, es objeto de penalizaciones.

Así se tiene que en el caso de los concentrados de plomo se aplican los descuentos siguientes:

Por su contenido en:

As — 35 pesetas por cada 0,10 por 100 que exceda del 0,10 por 100.

Bi — 12,50 pesetas por cada 0,01 por 100 que exceda del 0,01 por 100.

Zn — 35 pesetas por cada 1 por 100 que exceda del 7 por 100.

Los límites inferiores de calidad en cuanto a la ley en Pb de los concentrados vendibles no están bien definidos y, en general, se puede decir que no se consideran aceptables aquellos que no alcanzan el 40 por 100 Pb, pero esto varía con arreglo a la ganga y las impurezas que le acompañan.

Por lo que respecta al cinc, las penalizaciones tampoco están bien definidas. Se suele considerar que se penalizan:

Por su contenido en

Fe — 20 pesetas por cada 1 por 100 que exceda del 10 por 100.

F — Penalización no definida. Limitación muy severa en el caso de fábricas electrolíticas.

Los concentrados de cinc deben contener más del 50 por 100 Zn para que sean aceptados sin reservas en la industria metalúrgica de este metal. Esto, que aparentemente no debe suponer una dificultad muy grande en la mayoría de los casos, si lo es para los yacimientos magmáticos, como son casi todos los de la mitad sur de España. En éstos, el concentrado de cinc suele contener más del 7 por 100 Fe, lo que obliga a cuidar mucho su calidad en los lavaderos, con la consiguiente pérdida de rendimiento metal.

Es interesante hacer notar, finalmente, que hoy día va siendo posible vender concentrados globales de plomo y cinc para los hornos Imperial Smelting, y éstos se alimentan muy satisfactoriamente con concentrados que analizan 10-20 por 100 Pb y 30-40 por 100 Zn.

También conviene resaltar que la Asturiana de Zinc ha puesto a punto un procedimiento de electrólisis, previa tostación especial y lixiviación ácida del material tostado, que permite tratar concentrados de Pb, Zn, Cu y pirritas de hierro, cuyos análisis se aproximan a las cifras siguientes:

30-40 por 100 Zn
10-15 por 100 Pb
1- 3 por 100 Cu
20-25 por 100 Fe

La metalurgia en estos casos acude en auxilio de los preparadores de minerales y facilita su labor, especial-

mente en los casos más rebeldes. Con ello se abren nuevos horizontes para la minería de los complejos de plomo, cinc, cobre y pirita más finamente diseminados, característicos de la zona onubense, donde se encuentran los mayores criaderos de este tipo en Europa.

Sin embargo, una vez resuelto el problema técnico del tratamiento metalúrgico de un concentrado global es preciso estudiar cuidadosamente el económico, ya que el procedimiento quedaría frustrado si el precio a que se puede pagar el concentrado global es inferior al que costaría obtenerlo (caso de poner en marcha criaderos complejos que por ahora son inexplotables) o a la ventaja económica que supone el no separar los minerales entre sí (caso de las explotaciones con tratamiento diferencial).

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MENAS ESPAÑOLAS DE PLOMO Y CINCO

5.1.1 MENAS INCLUIDAS Y DEFINICIONES

Para establecer la clasificación de las menas de plomo y cinc se invoca nuevamente la historia de su minería o lo que, a estos efectos es igual: la de las técnicas de preparación de sus minerales. Siguiendo, pues, la cronología de los hechos se pueden concebir cuatro tipos de menas en este sector:

- Menas monometálicas.
- Menas complejas, con predominio de plomo y cinc.
- Pirritas complejas, con plomo y cinc, o «complejos del Sur».
- Escombreras.

Pertencen al grupo *a*), menas monometálicas, aquellas que contienen minerales de un solo metal o las interferencias de otros metales son mínimas y no afectan a su proceso de enriquecimiento. Su explotación data de tiempos muy remotos y admiten métodos de lavado muy sencillos con rendimientos elevados. Todavía existen muchos criaderos de plomo de este tipo trabajando en la actualidad (zona de Jaén); es mucho más difícil encontrar yacimientos de cinc de este tipo y en España no hay ninguno trabajando actualmente.

El mayor tonelaje tratado en la actualidad corresponde al grupo *b*), menas complejas, cuyos principales constituyentes metálicos están representados por el plomo y el cinc, pero que también pueden ir acompañadas de pirita, calcopirita y otros sulfuros en menor proporción, si no en cantidad, al menos en valor intrínseco. Los yacimientos de este tipo se comenzaron a trabajar en épocas muy recientes, con motivo de la introducción de la flotación diferencial, particularmente en su última versión de «flotación química» a los xantatos.

El grupo *c*), pirritas complejas con plomo y cinc, son menas en las que los sulfuros metálicos de hierro, plomo, cinc y cobre se encuentran muy finamente imbricados. Están representadas por las pirritas de Huelva y pueden considerarse como las menas de un futuro más o menos próximo, ya que, salvo algún caso aislado, las instalaciones de tratamiento para este tipo de mineral se hallan aún en la fase de estudio y proyecto. Las reservas españolas de este tipo de mineral son las mayores de Europa, pero su tratamiento exige una tecnología muy depurada. Ya existen grandes proyectos, respaldados por patentes españolas, para el aprovechamiento integral de estas pirritas, tema que ha sido ampliamente desarrollado

en la monografía correspondiente, pero que interesa al sector del plomo y el cinc en tanto en cuanto sus proyectos prevén la producción de una importante cantidad de estos metales. Más adelante se volverá sobre este tema.

Por último, el grupo *d*), escombreras, constituye una fuente de producción de plomo y cinc importante, pero aleatoria. El relavado de escombreras es un trabajo eventual, que ha surgido como consecuencia de la elevación de los precios de los metales y de las técnicas modernas de tratamiento de minerales, que permiten trabajar con precios de costo más bajos y mayores rendimientos, pues tanto la flotación por espumas como la separación con medios densos, pero particularmente la primera, han influido muy considerablemente en esto. Las menas encasilladas en el grupo *d*) pueden pertenecer a cualquiera de los grupos anteriores, pero por el hecho de haber sido desechadas por las técnicas de tratamientos anteriores y por no exigir labores mineras, propiamente dichas, de ellos, se clasifican en este último grupo. Predominan en él la recuperación de especies de plomo, mientras que el cinc metal aportado es insignificante frente a la producción nacional de dicho metal.

5.1.2 DIFICULTADES QUE PUEDEN PRESENTARSE EN LA PREPARACION DE LOS MINERALES DE PLOMO Y CINCO

En los minerales del grupo *a*), monometálicos, las dificultades que se suelen presentar se deben fundamentalmente a la oxidación, particularmente en las zonas del criadero más próximas a la superficie. En algunos casos también se encuentran metalizaciones finamente diseminadas, que requieren una molienda muy fina para poder liberarlos, y, finalmente, la presencia de minerales densos en la ganga, concretamente la barita, dificultan la separación de los minerales metálicos por métodos gravimétricos.

Los complejos del grupo *b*) suelen presentar dificultades más serias, especialmente cuando están afectados por algún grado de oxidación. En estos casos, las sales solubles entorpecen la selectividad en el proceso de flotación diferencial plomo-cinc, lo que suele acentuarse mucho más en el caso de minerales piritosos. Las menas complejas de plomo y cinc exigen mayor grado de molienda para la liberación de las especies que los minerales monometálicos y, por último, este tipo de menas es más sensible a la interferencia de las lamas arcillosas o margosas, resistiéndose en la selectividad, en su rendimiento metal y en el consumo de reactivos.

Las dificultades que presentan las menas del grupo *c*) son las mismas que se han indicado para el grupo *b*) en un mayor grado, ya que requieren una molienda extraordinariamente fina (por lo general menor de 40 micras), y puesto que se trata de piritas masivas, la cantidad de sales solubles contenidas es fabulosa, entorpeciendo la flotación selectiva de las especies de plomo, cinc y cobre, que en este caso están en proporciones muy reducidas frente a la pirita; el control del pH se hace muy difícil y requiere consumos muy elevados de alcalizantes. Se trata, pues, de un auténtico reto a la tecnología moderna y exige una pericia muy grande por parte del investigador y del especialista en preparación.

Finalmente, en el caso de las escombreras (grupo *d*) también se suele tropezar con dificultades, primordial-

mente por la oxidación de las especies. A este respecto conviene observar que una galena oxidada suele ser más difícil de flotar que una cerusita pura, y los rendimientos metal en este caso suelen ser aún más bajos debido a la escasa ley de las tierras tratadas; todo ello obliga a estar próximos a una rentabilidad marginal. Por eso se considera que éstas son explotaciones un tanto aleatorias o coyunturales.

5.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA PREPARACION DE MINERALES EN LA TECNOLOGIA MODERNA APLICADA AL SECTOR

5.2.1 MENAS FUERTES

Se avanza hacia la explotación de yacimientos cada día más pobres o más complejos o difíciles de tratar.

Minerales «pobres», en el sentido más amplio de la palabra, son todos aquellos que desde el punto de vista económico son marginales, bien por razón de su baja ley en elementos útiles como por su complejidad u otras razones técnicas que encarecen su costo de producción o tratamiento. A medida que se van agotando los yacimientos más ricos, se hace preciso recurrir a otros que lo son menos, y así se va entrando en la necesidad de enfrentarse con los más «pobres», o marginales, a que se ha hecho alusión.

Ello obliga a perfeccionar los métodos de tratamiento y agudizar el ingenio para idear y desarrollar otros que permitan reducir los costos de producción, de forma que se hagan rentables las menas más difíciles o infra-marginales, abriendo nuevos horizontes a la explotación minera no ya solamente del plomo y cinc, sino también de otros minerales. Esta labor cae fuera de las posibilidades de las empresas privadas y requiere el apoyo estatal, y es, por lo tanto, necesario dedicar una parte del esfuerzo nacional a la creación de un Centro de Desarrollo Minero, bien dotado de material moderno y personal especializado, en el que se lleven a cabo las investigaciones básicas y aplicadas conducentes a este fin. No se debe olvidar que es en el desarrollo de estos yacimientos complejos, generalmente de mineralización muy finamente diseminada, en el que se encuentra el medio más seguro de aumentar las reservas y potencial minero del país, al mismo tiempo que se abastece nuestro mercado con los metales de que actualmente somos deficitarios.

Un término importante es el de la «ley límite» de explotabilidad, cuya noción es fundamental para el estudio de los minerales pobres, ya que en ella se resumen todos los elementos que intervienen en la viabilidad técnico-económica de una explotación. Se entiende por «ley límite» el contenido de metal o metales recuperables en una mena que permiten pagar los gastos de explotación y las cargas financieras, pero que no dejan margen de beneficio alguno; esta cifra límite no es constante, sino que varía con las circunstancias de un momento a otro y para un yacimiento dado. Está afectada, como es natural, por un sinfín de factores muy variados, entre los que ocupan un lugar destacado la eficacia y el costo de los métodos de tratamiento utilizados, y es evidente que si se consigue bajar la ley límite de una explotación como consecuencia, entre otras cosas, de los progresos de la técnica de preparación de menas, se podrían explotar nuevas zonas de mineral más pobres o más difícilmente rentable y se aumentarían considerablemente las

reservas del mineral en cuestión. Estas serán, sin duda, las menas futuras, y cuanto antes se obtenga el método apropiado para tratarlas, antes se fomentará el desarrollo económico y social del país.

5.2.2 TENDENCIAS ACTUALES Y FUTURAS

La preparación de los minerales de plomo y cinc presenta hoy día dos tendencias principales:

- El mejoramiento gradual de las técnicas de tratamiento con miras a rebajar la ley límite de los yacimientos que ya están en explotación.
- La extensión del campo de aplicación de la preparación de minerales al terreno de las menas más complejas e intratables.

Como ejemplo del esfuerzo por mejorar las técnicas de tratamiento, se pueden citar las dos plantas más grandes de España que tratan minerales de plomo y cinc: el lavadero Roberto (en Portmán, Murcia) y el de Reocín (en Torrelavega, Santander).

Y la lucha por poner en explotación nuevos criaderos de minerales complejos, hasta la fecha intratables, queda reflejada con éxito en el lavadero que acaba de instalar la Asturiana de Zinc, en Cueva de la Mora, Huelva, así como en los grandes proyectos de explotación de complejos de piritas de Piritas Españolas, Andaluza de Piritas y otras.

Es imposible prever los futuros descubrimientos, pero se señalan algunas de las perspectivas más prometedoras de desarrollo con las que se pretenden resolver las lagunas correspondientes que hoy día se encuentran dentro de la técnica del tratamiento de los minerales de plomo y cinc.

5.2.3 LA PRECONCENTRACION

La técnica de la preconcentración permite reducir, en parte, los gastos del tratamiento principal, lo que reviste especial interés en el caso de menas de baja ley. La preconcentración se puede hacer por el sistema de separación con medios densos cuando la segregación de los minerales interesados permiten trabajar a tamaños gruesos o menudos; pero sería interesante poder aplicar este sistema a tamaños más finos, y actualmente se está estudiando la posibilidad de hacerlo con la ayuda de la fuerza centrífuga en los ciclones hidráulicos. Hay, sin embargo, problemas de limpieza y recuperación del medio denso que deben resolverse antes de aceptar este método industrial sin reservas.

La preconcentración puede también hacerse gravimétricamente, sin recurrir a los medios densos, empleando cribas hidráulicas, mesas de sacudidas, espirales, etc., pero su eficacia es menor.

Incluso en la misma flotación por espumas se utiliza a veces una técnica de auténtica preconcentración, flotando el mineral a tamaños gruesos faltos aún de liberación y remoliendo después el producto flotado para hacer la separación definitiva a continuación, con lo cual se logran reducir los costos de molienda, pues el mayor tonelaje se elimina sin alcanzar la molienda final; ésta es la técnica de las molineras escalonadas.

5.2.4 LA CONCENTRACION GRAVIMETRICA

Grandes son los esfuerzos que se están realizando en este campo para mejorar los rendimientos y, sobre todo, para hacer posible el tratamiento de fracciones más finas.

Todo preparador de minerales, consciente de los costos de tratamiento, se aferra lo más posible a los procedimientos gravimétricos utilizándolos hasta donde pueden serle útiles, ya que éstos contribuyen en gran manera a la reducción del costo total de la preparación. Esto es especialmente cierto en el caso de los minerales pobres.

Continuamente se están ideando nuevos aparatos, unas veces hidráulicos, otras neumáticos, pero siempre con miras a una separación más perfecta y especialmente para el tratamiento de partículas más finas.

Los métodos gravimétricos, sin embargo, no son aconsejables para los minerales de cinc, ya que su escasa densidad impide una buena recuperación cuando ésta se realiza gravimétricamente. Pero en el caso de minerales oxidados difícilmente flotables, hay que volver nuevamente hacia la separación gravimétrica, que entonces constituye un valioso elemento auxiliar.

5.2.5 LA FLOTACION POR ESPUMAS

Este es un elemento indispensable en el tratamiento de los minerales de plomo y cinc, fundamentalmente para la recuperación de los finos.

Las investigaciones en este campo se dirigen hacia la recuperación de especies oxidadas más refractarias, principalmente la anglesita, piromorfita, mimetesita, wulfenita, vanadinita y descloizita. En España, el problema de oxidados reviste gran importancia en algunos criaderos por la magnitud del tonelaje afectado, como es el caso de los minerales de la Sierra de Cartagena, en el cual hay algo más que una simple oxidación, ya que se trata de complejos químicos de minerales de hierro, plomo y cinc típicos de la montera. Son muchos millones de toneladas de mineral de esta clase los que se van amontonando, sin que se haya encontrado aún un método económico de tratamiento, y su ley en plomo es tanto o más elevada que la del mineral beneficiado. Es evidente, pues, el interés de llevar a cabo una investigación seria en este sentido.

Otro campo en el que la flotación tiene que jugar un papel importante es en el de las piritas complejas de Huelva. Ya hay grandes proyectos de explotación de estos minerales, en los que se incluyen importantes instalaciones de flotación para recuperar el plomo, cinc y cobre contenidos, y siguen los trabajos de investigación sobre otros minerales de la zona onubense. Puesto que se trata de minerales finamente diseminados en la masa de la piritas, se requieren grados de molienda muy fina y se tropieza con el inconveniente de la producción de ultrafinos. Por esta razón, los trabajos de investigación de flotación de ultrafinos han de ejercer una influencia decisiva en cuanto al tratamiento de estos complejos.

5.3 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

En los cuadros que se ofrecen a continuación se sintetizan los datos obtenidos de las instalaciones de tratamiento de minerales de plomo y cinc más importantes de España, refiriéndose los numéricos a la marcha de aquéllas durante los años 1969-70.

Conviene recordar que por diversas circunstancias sólo ha sido posible recoger los correspondientes a 45 de las 70 instalaciones existentes, es decir, el 64,3 por 100; pero ellos representan los correspondientes al 79,0 por 100 de la producción nacional de plomo metal y 89,0 por 100 de la del cinc metal en el año 1969, lo que supone una representatividad muy aceptable.

Se comienza por un cuadro sinóptico general, en el que se enumeran todas y cada una de las instalaciones citadas, indicando en cada caso:

- Número de la ficha general, asignado por el Grupo de Trabajo de Preparación de Minerales del P.N.E.M.
- Nombre de la instalación.
- Provincia a que pertenece.
- Capacidad nominal en toneladas por 24 horas (aunque la instalación sólo trabaje un relevo de 8 horas).
- Tonelaje anual tratado.
- Producción anual de concentrados y metal contenido, en toneladas.

Seguidamente se establece una serie de cuadros estadísticos en los que se clasifican las distintas instalaciones según las agrupaciones siguientes:

- Provincias.
- Tipos de mineral.
- Capacidad nominal de la planta.
- Antigüedad de la instalación.

En cada uno de estos cuadros se indica:

- Número de instalaciones de cada grupo.
- Tonelaje anual tratado en cada grupo.
- Producción anual de cada grupo, en toneladas de concentrado y toneladas de metal contenido, indicando el tanto por ciento que dicha producción representa de la producción nacional en 1969.

Finalmente se ofrecen unos cuadros sinópticos particulares en los que se recogen algunas de las características y las características más importantes de diseño y funcionamiento de las plantas, que permiten analizar el grado de tecnología empleado y la eficacia obtenida en las instalaciones actuales. Para ello se han confeccionado los cuadros siguientes:

Cuadro de calificaciones por:

- El sistema de tratamiento empleado
- El control de funcionamiento.
- La eficacia mecánica.
- La calificación media de los conceptos valorados en las fichas.

Cuadros de rendimientos:

- Rendimientos metalúrgicos en plomo.
- Rendimientos metalúrgicos en cinc.
- Productividad en toneladas por jornal obrero.

5.3.1 CUADRO SINOPTICO GENERAL

En el cuadro 5.3-1 se relacionan todas las instalaciones cuyas cifras han sido cumplimentadas.

Es interesante observar que la capacidad nominal total de las plantas catalogadas alcanza una cifra anual de

$$18.630 \times 300 = 5.589.000 \text{ toneladas}$$

y que el tonelaje anual total tratado por esas mismas instalaciones es de 4.285.161 toneladas, lo que supone un coeficiente de aprovechamiento ponderal medio de las instalaciones de

$$\frac{4.285.161}{5.589.000} \times 100 = 76,7 \text{ por } 100$$

Esta cifra, aunque baja, no lo es tanto como se podría suponer teniendo en cuenta que hay muchas instalaciones que sólo trabajan dos relevos (16 horas al día). El equilibrio se logra fundamentalmente por el lavadero Roberto (ficha general núm. 591), cuya capacidad nominal de 6.000 t/día representa más del 30 por 100 de la capacidad nominal total registrada y que, salvo los días de parada por reparaciones y conservación, trabaja todos los días del año.

También favorecen dicho equilibrio algunas instalaciones, cuyo tonelaje anual tratado (señalado con dos asteriscos) es muy superior al correspondiente a la capacidad de la instalación. Este fenómeno se debe a que se consideran «tratados» los gruesos que se eliminan antes del tratamiento.

INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE MINERALES DE PLOMO Y CINC

Núm. ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal Tm/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL Tm.			
					CONCENTRADOS		METAL CONTENIDO	
					Plomo	Cinc	Plomo	Cinc
2	El Rosalejo	Córdoba	156	40.048	577	90	440	52
3	Corchetillas	Córdoba	480	13.762	185	—	120	—
9	El Cierco	Lérida	100	27.955	2.215	1.245	1.650	667
13	Mineralogía	Tarragona	109 *	—	—	—	—	—
15	Linda Mariquita	Tarragona	100	21.500	340	—	190	—
33	San Rafael	Córdoba	80	20.000	405	—	236	—
43	Diógenes	Ciudad Real	400	70.730	3.747	—	2.664	—
44	Sta. Bárbara	Ciudad Real	80	14.000	109	—	64	—
56	Fuente del Rayo	Badajoz	100	10.000	112	—	73	—
57	Miraflores	Badajoz	250	70.000	987	—	582	—
65	Virgen Guía	Córdoba	85	23.100	154	152	100	77
66	Sta. Bárbara	Córdoba	180	30.050	573	—	411	—
67	San Antonio	Córdoba	200	35.000	240	—	111	—
72	Virgen Carmen	Teruel	50 *	—	—	—	—	—
163	Elena	Tarragona	200	57.600	2.009	—	1.555	—
228	Arditurri	Guipúzcoa	200	54.053	251	2.969	147	1.686
274	San José	Guipúzcoa	46	12.908	1.003	4.299	596	2.508
302	Novales	Santander	100	17.270	440	2.311	305	1.271
303	Reocin	Santander	2.000	403.801	6.925	78.217	5.230	44.576
304	Aliva	Santander	50	7.750	166	1.480	102	854
305	Florida	Santander	456	81.009	573	5.052	319	2.799
318	Collado del Lobo	Jaén	200	88.570 **	1.404	—	746	—
319	La Cañada	Jaén	200	91.220 **	1.452	—	699	—
320	San Vicente	Jaén	200	80.440 **	1.124	—	571	—
321	Chaves	Jaén	200 *	—	—	—	—	—
410	El Segundo	Almería	800	228.970	2.547	—	1.365	—
418	Legaza	Jaén	300	71.250	988	—	135	—
419	Arenal Blanco	Jaén	204	60.000	600	—	360	—
420	Pozo Federico	Jaén	600	93.541	5.221	—	4.048	—
421	Manzana	Jaén	600	32.173	2.172	—	1.697	—
509	Sierra Lújar	Granada	1.000	62.730	4.298	—	3.140	—
518	Jaravia	Almería	120	28.740	261	—	132	—
547	Antomina	León	72	19.873	530	—	329	—
591	Roberto	Murcia	6.000	1.759.000	22.473	31.370	16.630	15.704
658	Sta. Elvira	Jaén	520	143.520	1.900	—	1.273	—
659	San Rafael	Jaén	320	77.120	1.500	—	855	—
660	Adaro	Jaén	432	79.318	6.541	—	5.000	—
661	Mirador	Jaén	280	84.000	1.120	—	672	—
663	Coto Ponce	Murcia	300	99.000	936	3.032	507	1.472
664	Virgen Carmen	Murcia	200	41.400	352	352	204	219
666	Hércules	Murcia	120	28.000	238	77	133	49
688	Cobre Igualdad	Jaén	300	65.252	5.866	—	4.436	—
689	Grupo Cobo	Jaén	120	19.279	567	—	392	—
690	Grupo Araceli	Jaén	60	16.265	290	—	147	—
691	Caprichosa	Jaén	60	4.964	678	—	416	—
TOTAL CATALOGADO			—	—	84.069	130.970	59.070	71.934
TOTAL NO CATALOGADO			—	—	19.597	18.363	15.711	8.865
TOTAL GENERAL			18.630	4.285.161	103.666	149.333	74.781	80.799

* Instalación nueva.

** Tonelaje tratado superior a la capacidad nominal, debido a que se suman los gruesos que se eliminan antes del tratamiento propiamente dicho.

La producción anual total se resume de la manera siguiente:

El tanto por ciento de la producción nacional recogida por las instalaciones catalogadas en el cuadro 5.3-1 se calcula así:

Instalaciones	PRODUCCION ANUAL EN TONELADAS			
	CONCENTRADOS		METAL CONTENIDO	
	Pb.	Zn.	Pb.	Zn.
Catalogadas	84.069	130.970	59.070	71.934
No catalogadas	19.597	18.363	15.711	8.865
TOTAL NACIONAL	103.666	149.333	74.781	80.799

$$\text{Concentrado Pb} = \frac{84.069}{103.666} \times 100 = 81.1 \text{ por } 100$$

$$\text{Concentrado Zn} = \frac{130.970}{149.333} \times 100 = 87.7 \text{ por } 100$$

$$\text{Pb metal} = \frac{59.070}{74.781} \times 100 = 79.0 \text{ por } 100$$

$$\text{Zn metal} = \frac{71.934}{80.799} \times 100 = 89.0 \text{ por } 100$$

Es evidente, una vez más, la representatividad de las instalaciones referidas.

La producción de plomo, salvo el caso extraordinario del lavadero Roberto, está relativamente repartida entre siete u ocho lavaderos importantes y una gran cantidad de plantas pequeñas.

No ocurre lo mismo con el cinc, cuya producción está prácticamente centrada en dos plantas: Reocin y Roberto. Entre ambas instalaciones se producen 109.587 toneladas de concentrados de cinc, con un contenido metal de 60.280 toneladas, lo que supone un

$$\frac{109.587}{149.333} \times 100 = 73,4 \text{ por } 100$$

y

$$\frac{60.280}{80.799} \times 100 = 74,6 \text{ por } 100$$

de las producciones nacionales de concentrados y metal, respectivamente.

5.3.2 ESTADISTICA Y CLASIFICACION DE LAS DISTINTAS INSTALACIONES

En los cuadros 5.3 - 2 a 5.3 - 5 se establecen las agrupaciones por provincias, clases de mineral, capacidad nominal y antigüedad de las instalaciones de plomo y cinc.

5.3.2.1 Comentarios al cuadro 5.3-2

Distribución por provincias:

- El máximo tonelaje anual tratado lo tiene Murcia, por razón del lavadero Roberto.
- Es preciso notar que la mayor parte de los lavaderos no catalogados pertenecen a Murcia y que la producción de plomo de esta provincia es, por consiguiente, bastante mayor que la que figura en el cuadro 5.3 - 2. De hecho rebasa a la de Jaén, según las estadísticas mineras, clasificándose las provincias en cuanto a la producción de plomo en el orden siguiente:
1.º Murcia. 2.º Jaén. 3.º Santander.
- Por el contrario, la máxima producción de cinc, con diferencia aplastante respecto a las demás, la ostenta Santander, por la mina de Reocin.

CUADRO 5.3-2

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE PLOMO Y CINCO POR PROVINCIAS

Provincia	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
Almería	2	257.710	2.808	—	1.497	2,0	—	—
Badajoz	2	80.000	1.099	—	655	0,9	—	—
Ciudad Real	2	84.730	3.856	—	2.726	3,6	—	—
Córdoba	6	161.960	2.134	242	1.418	1,9	129	0,1
Granada	1	62.730	4.298	—	3.140	4,2	—	—
Guipúzcoa	2	66.961	1.254	7.268	743	1,0	4.194	3,1
Jaén	15	1.006.912	31.423	—	21.737	29,1	—	—
Jaén	1*	—	—	—	—	—	—	—
Lérida	1	27.955	2.215	1.245	1.650	2,2	667	0,8
León	1	19.873	530	—	329	0,4	—	—
Murcia	4	1.927.400	23.999	35.155	17.474	23,4	17.444	21,6
Santander	4	509.830	8.104	87.060	5.956	8,0	49.500	61,3
Tarragona	2	79.100	2.349	—	1.745	2,3	—	—
Tarragona	1*	—	—	—	—	—	—	—
Teruel	1*	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	45	4.285.161	84.069	130.970	59.070	79,0	71.934	89,0
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

* Instalaciones nuevas.

CUADRO 5.3-3

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES SEGUN TIPOS DE MINERAL

Tipos de mineral	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
a) Monometálicos	16	791.412	36.127	—	26.514	35,4	—	—
b) Complejos	12	2.544.194	35.911	130.741	26.130	35,0	71.808	88,9
c) Escombreras	17	949.555	12.031	229	6.426	8,6	126	0,1
TOTAL	45	4.285.161	84.069	130.970	59.070	79,0	71.934	89,0
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

5.3.2.2 Comentarios al cuadro 5.3-3

Distribución según tipos de mineral:

- Es evidente la preponderancia de los minerales complejos del grupo b), tanto en lo que respecta al tonelaje tratado como a la producción. No se debe olvidar que la totalidad del cinc producido procede de minerales complejos.
- La riqueza en plomo de los criaderos monometálicos se hace patente estableciendo la relación de toneladas de metal producido a toneladas de mineral bruto tratado.

Así se tiene para cada tipo de mineral:

$$\begin{aligned} \text{Monometálicos} &= \frac{26.514}{791.412} \times 100 = 3,35 \text{ por } 100 \text{ Pb} \\ \text{Complejos} &= \frac{26.130}{2.544.194} \times 100 = 1,03 \text{ por } 100 \text{ Pb} \\ &= \frac{71.808}{2.544.194} \times 100 = 2,82 \text{ por } 100 \text{ Zn} \\ \text{Escombreras} &= \frac{6.426}{949.555} \times 100 = 0,68 \text{ por } 100 \text{ Pb} \end{aligned}$$

Estos son los contenidos en plomo y cinc recuperable por ciento en cada tipo de mineral.

CUADRO 5.3-4

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad nominal Tm/24 horas	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
< 100	9	118.860	3.335	5.931	1.990	2,7	3.439	4,2
100 - 250	19	731.125	12.755	7.368	8.109	10,3	3.944	4,9
250 - 500	10	711.441	22.443	8.084	15.588	20,8	4.271	5,3
500 - 1.000	4	498.204	11.840	—	8.383	11,2	—	—
1.000 - 2.500	2	466.581	11.223	78.217	8.370	11,1	44.576	55,2
2.500 - 5.000	—	—	—	—	—	—	—	—
5.000 - 7.000	1	1.759.000	22.473	31.370	16.630	22,3	15.704	19,4
TOTAL	45	4.285.161	84.069	130.970	59.070	79,0	71.934	89,0
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

- Si se tiene en cuenta el cinc recuperable en los complejos su riqueza conjunta Pb-Zn es comparable a la de las menas monometálicas.
- Las escombreras tienen muy poco plomo y casi nada de cinc, por lo que su rentabilidad es muy marginal, pero su aportación en plomo a la producción nacional no es despreciable.

5.3.2.3 Comentarios al cuadro 5.3-4

Clasificación de las instalaciones por su capacidad nominal:

- Sólo hay una instalación superior a 5.000 t/día: el lavadero Roberto.

CUADRO 5.3-5

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU ANTIGÜEDAD

Antigüedad en años	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
< 5	19	671.164	14.147	2.388	9.315	12,5	1.320	1,6
5 - 10	10	685.741	13.401	5.204	8.750	11,7	2.876	3,6
10 - 15	7	2.048.676	26.911	40.947	19.225	25,7	20.809	25,7
15 - 20	3	233.268	12.291	—	8.839	11,8	—	—
> 20	6	646.312	17.319	82.431	12.941	17,3	46.929	58,1
TOTAL	45	4.285.161	84.069	130.970	59.070	79,0	71.934	89,0
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

- Sólo hay tres plantas con capacidad superior a 1.000 t/día.
- Siete son las superiores a 500 t/día.
- El resto son instalaciones pequeñas.
- Teniendo en cuenta que las instalaciones no catalogadas son pequeñas, se puede asegurar que el 55,4 por 100 del plomo y el 25,4 por 100 del cinc producidos en España se obtienen de lavaderos pequeños, de menos de 500 t/día. Es evidente el mini-fundido del plomo.

5.3.2.4 Comentarios al cuadro 5.3-5

Clasificación por antigüedad:

- La mayoría de las plantas tienen menos de 10 años. Son fruto de la mejora de la cotización del plomo y cinc.
- Sin embargo, el 54,8 por 100 de la producción nacional de plomo corresponde a las instalaciones antiguas superiores a los 10 años y un 17,3 por 100 corresponde a las mayores de 20 años.
- Otro tanto, y mucho más, se puede decir del cinc: 83,8 por 100 de su producción procede de plantas que han rebasado los 10 años y 58,1 por 100 corresponde a plantas que superan los 20 años.
- Es evidente, pues, que muchas instalaciones importantes están ya muy viejas, y aunque han sido objeto de modificaciones, la maquinaria pesada o fundamental sigue siendo vieja.

5.3.3 CUADROS SINOPTICOS PARTICULARES

En esta serie de cuadros se resumen las calificaciones y características más importantes de las plantas de tratamiento de plomo y cinc. En una primera etapa se clasifican las instalaciones con arreglo a la calificación que, a juicio de un especialista en la materia, merecen por el sistema de tratamiento empleado, sistema de control de la marcha, la eficacia mecánica y la valoración media general de sus características de diseño, funcionamiento, consumo, suministros, control y aprovechamiento de la instalación.

Después, e independientemente de los anteriores, se establecen algunos cuadros más, dedicados a los rendimientos metalúrgicos y a la productividad.

Los cuadros se han elegido, en todo momento, con la idea de proyectar una imagen, lo más clara posible, de las características de las instalaciones.

Las calificaciones se han hecho utilizando una escala de valores de 0 - 10, pero para facilitar una visión rápida y concisa de la calidad de las instalaciones se han agrupado de la manera siguiente:

Óptima	10
Buena	8 a 10
Aceptable	6 a 8
Deficiente	5 a 6
Mala	3 a 5
Pésima	0 a 3

Se observará que en algunos de estos cuadros, además de las plantas no catalogadas, figuran otras sin calificar. Esto se debe a falta de datos en la ficha correspondiente.

CUADRO 5.3-6

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO EMPLEADO

Calificación	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
Buenas	12	2.415.005	43.514	46.214	31.426	42,1	23.786	29,4
Aceptables	23	1.362.001	29.961	84.756	20.908	27,9	48.148	59,6
Deficientes	7	377.783	8.045	—	5.326	7,1	—	—
Malas	2	111.093	1.962	—	1.028	1,4	—	—
Pésimas	1	19.279	567	—	382	0,5	—	—
TOTAL	45	4.285.161	84.069	130.970	59.070	79,0	71.934	89,0
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

5.3.3.1 Comentarios al cuadro 5.3-6

Sistema tratamiento empleado:

- El 42,1 por 100 del plomo y el 29,4 por 100 del cinc producidos en España proceden de lavaderos cuyo sistema de tratamiento se califica de «buenos».
- Las instalaciones con sistemas de tratamiento «aceptables» producen el 27,9 por 100 del plomo y el 59,6 por 100 del cinc.
- Es decir, 70,0 por 100 del plomo y 89,0 por 100 del cinc se obtienen con procedimientos adecuados, lo que no deja de ser alentador.

- Por el contrario, las instalaciones calificadas como «deficientes» en lo que refiere el sistema de tratamiento sólo representan el 7,1 por 100 de la producción nacional de plomo metal y no produce cinc alguno.

- Finalmente, las instalaciones «malas» y «pésimas» son pocas y su producción es muy reducida.

No hay motivos para estar muy satisfecho de los resultados de esta calificación, pero tampoco los hay para alarmarse. Se puede afirmar, sin temor a equivocarse, que las plantas españolas del sector plomo y cinc denotan conocimiento de la tecnología moderna del tratamiento de estos minerales y hacen uso de ella.

5.3.3.2 Comentarios al cuadro 5.3-7

Sistemas de control empleados:

- Entre las instalaciones catalogadas sólo hay dos que se pueden calificar de «buenas» desde el punto de vista del sistema de control de marcha empleado.
- Sólo dos instalaciones de las calificadas lo han sido con la nota de «aceptables».
- La mayoría de las instalaciones están calificadas como «deficientes» en cuanto al control de su marcha.

Ahora bien, teniendo en cuenta que las «no catalogadas» son las instalaciones de menor importancia, es muy probable que su sistema de control tampoco se pueda calificar de bueno, y se hace patente que las instalaciones de tratamiento de plomo y cinc dejan mucho que desear en materia de control de su marcha.

5.3.3.3 Comentarios al cuadro 5.3-8

Eficacia mecánica:

- Es muy satisfactorio observar que el 65,6 por 100 del plomo y el 86,8 por 100 del cinc producido procede de instalaciones cuya eficacia mecánica se considera dentro de las categorías de «buenas» y «aceptables».

- Por el contrario, existen aún cierto número de instalaciones calificadas como «deficientes», «malas» o «pésimas», pero su importancia respecto a la producción es relativamente pequeña.

Es evidente, pues, que hay cierta preocupación por la conservación preventiva, evitando los prolongados paros por averías imprevistas. A este respecto es interesante notar la gran capacidad de improvisación que tiene el operario español, a la que se deben, en parte, estos resultados.

5.3.3.4 Comentarios al cuadro 5.3-9

Calificaciones medias:

- Aquí se nota más que en ningún otro caso la falta de datos de algunas instalaciones, pues cualquier omisión en ellos, por pequeña que sea, impide sacar la calificación media general de esa instalación. Así ocurre que de las 45 instalaciones catalogadas hay 16 sin calificación media.
- Sin embargo, se puede decir que, en general, la calificación media es «aceptable», ya que el 60,1 por 100 del plomo y 82,0 por 100 del cinc producidos en España rebasan dicha calificación. Por malas que sean las instalaciones restantes no alteran estas cifras, tomadas como mínimas.

CUADRO 5.3-7

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR EL SISTEMA DE CONTROL EMPLEADO

Calificación	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
Buenas	2	2.162.801	29.398	109.587	21.860	29,2	60.680	74,6
Aceptables	2	156.271	9.519	—	7.188	9,6	—	—
Deficientes	21	943.244	30.366	18.167	20.931	28,0	10.038	12,4
Malas	6	482.303	7.834	—	4.818	6,5	—	—
Pésimas	11	442.832	5.388	905	3.397	4,5	345	0,4
TOTAL	42	4.187.451	82.505	128.695	58.194	77,8	70.663	87,4
Sin calificación	3	97.710	1.564	2.311	876	1,2	1.271	1,6
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

CUADRO 5.3-8

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU EFICACIA MECANICA

Calificación	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
Buenas	19	1.173.442	22.475	17.740	14.181	19,0	9.785	12,1
Aceptables	11	2.694.815	47.541	109.739	34.827	46,6	60.357	74,7
Deficientes	4	159.579	7.250	90	5.369	7,2	52	0,1
Malas	2	51.400	464	676	277	0,4	219	0,3
Pésimas	4	170.220	3.959	—	2.664	3,5	—	—
TOTAL	40	4.249.456	81.688	128.245	57.318	76,7	70.413	87,2
Sin calificación	5	35.705	2.381	2.725	1.752	2,3	1.521	1,8
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SUS CALIFICACIONES MEDIAS

Calificación	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
Buenas	1	1.759.000	22.473	31.370	16.630	22,2	15.704	19,4
Aceptables	20	1.634.810	40.694	89.360	28.413	37,9	50.585	62,6
Deficientes	6	208.771	7.520	676	5.465	7,3	219	0,3
Malas	2	42.173	2.284	—	1.770	2,4	—	—
Pésimas	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	29	3.644.754	72.971	121.406	52.278	69,8	66.508	82,3
Sin calificación	16	640.407	11.098	9.564	6.792	9,2	5.426	6,7
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

CUADRO 5.3-10

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SUS RENDIMIENTOS EN PLOMO

Rendimientos por 100	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
> 90	8	453.199	30.400	1.245	22.823	30,5	687	0,8
80 - 90	5	203.677	3.765	8.933	2.721	3,6	4.976	6,1
75 - 80	5	597.628	10.244	78.217	7.039	9,3	44.578	55,2
70 - 75	3	1.918.000	24.003	34.402	17.497	23,4	17.176	21,2
60 - 70	7	469.895	5.976	2.969	3.435	4,7	1.686	2,1
50 - 60	3	65.400	573	676	341	0,5	219	0,3
< 50	4	158.372	2.787	77	1.543	2,1	49	0,1
TOTAL	35	3.866.169	77.754	126.519	55.399	74,1	69.349	85,8
Sin calificación	10	418.992	6.315	4.451	3.671	4,9	2.585	3,2
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

5.3.3.5 Comentarios al cuadro 5.3-10

Clasificación según el rendimiento en plomo metal:

- Una parte sustancial del plomo producido en España (30,5 por 100) se obtiene con rendimientos metal superiores al 90 por 100. Esto se debe fundamentalmente a las explotaciones monometálicas —grupo a)— de la provincia de Jaén.
- Sin embargo, otra fracción importante (32,7 por 100) de la producción nacional de plomo se obtiene con un rendimiento metal de sólo un 70-80 por 100, por lo que es preciso destacar que los esfuerzos que se hagan por mejorar el rendimiento de estas instalaciones pueden repercutir sensiblemente en favor de la producción nacional.
- Las mismas plantas anteriores son responsables de la obtención del 76,4 por 100 del cinc metal producido en el país, pues entre ellas están incluidos el lavadero de Reocín y el Roberto.

5.3.3.6 Comentarios al cuadro 5.3-11

Clasificación según el rendimiento en cinc metal:

- También es muy alentador saber que el 56,2 por 100 del cinc metal producido en España se obtiene con

rendimientos de lavado superiores al 90 por 100. Esto se debe al lavadero de Reocín.

- Sin embargo, hay todavía una parte considerable de la producción de cinc que no se recoge más que con un rendimiento del 50-60 por 100. Esto resulta tanto más real si se tiene en cuenta que la mayoría de las instalaciones sin calificar y no catalogadas probablemente pertenecen a este grupo.

Es evidente que queda mucho por hacer en materia de investigación para encontrar técnicas que mejoren la recuperación del cinc en muchos de nuestros lavaderos. En el lavadero Roberto se está trabajando con mucho interés en este sentido.

5.3.3.7 Comentarios al cuadro 5.3-12

Productividad:

- La productividad, expresada en toneladas por jornal obrero, tiene un índice muy bajo en nuestros lavaderos de plomo y cinc. Esto se debe a que abundan las instalaciones pequeñas, problema estructural congénito de nuestra minería de plomo y cinc. Algunas empresas ya están luchando por evitar el minifundio, y, de hecho, lo están logrando, caso de la Sociedad de Peñarroya, en las canteras de La Unión (Murcia) y lavadero Roberto.

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SUS RENDIMIENTOS EN CINCO

Rendimientos por 100	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB METAL		ZN METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
> 90	2	411.550	7.091	79.697	5.332	7,1	45.430	56,2
80 - 90	4	154.274	3.466	8.685	2.407	3,2	4.786	5,9
70 - 80	1	54.053	251	2.969	147	0,2	1.686	2,1
60 - 70	2	139.048	1.513	3.122	947	1,3	1.524	1,9
50 - 60	2	1.800.400	22.825	32.046	16.834	22,5	15.923	19,7
< 50	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	11	2.559.325	35.146	126.519	25.667	34,4	69.349	85,8
Monometálicas	29	1.168.828	47.766	—	32.707	43,7	—	—
Sin calificación	5	36.008	1.157	4.451	696	0,9	2.585	3,2
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES POR SU PRODUCTIVIDAD

Productividad Tm/jornal	Núm. de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			TONELADAS DE CONCENTRADO		PB. METAL		ZN. METAL	
			Plomo	Cinc	Toneladas	Porcentaje del total	Toneladas	Porcentaje del total
> 20	4	1.986.001	35.739	31.370	26.480	35,4	15.704	19,4
15 - 20	2	232.090	3.304	—	2.019	2,7	—	—
10 - 15	10	690.087	9.161	5.142	5.044	6,7	2.851	3,5
5 - 10	19	1.161.720	30.321	85.647	21.849	29,3	48.545	60,1
< 5	6	210.299	4.866	8.811	3.262	4,4	4.834	6,0
TOTAL	41	4.280.197	83.391	130.970	58.654	78,5	71.934	89,0
Sin calificación	4	4.964	678	—	416	0,5	—	—
No catalogadas	25	—	19.597	18.363	15.711	21,0	8.865	11,0
TOTAL GENERAL	70	—	103.666	149.333	74.781	100,0	80.799	100,0

- Como consecuencia de este esfuerzo se tiene que el 35,4 por 100 de la producción nacional de plomo se lava a razón de más de 20 toneladas brutas/jornal obrero.
- La mayoría del plomo y cinc producidos sólo acusan una productividad de 5-10 toneladas brutas/jornal obrero.

- La planta de Piedrafita del Cebrero (Lugo), proyectada por EXMINESA (Exploración Minera Española, S. A.), para el tratamiento por flotación diferencial de una mena de plomo y cinc del grupo b) (complejos Pb y Zn).
- Proyecto de una planta de flotación diferencial Pb-Zn-Cu de la Andaluza de Piratas, para tratar el mineral del grupo c) (pirita compleja) de Aznalcázar (Sevilla).
- Estudio de viabilidad técnico-económica del tratamiento metalúrgico del mineral de hierro de Oscos (Asturias), realizado por la Real Compañía Asturiana, con objeto de beneficiar su contenido en plomo químicamente asociado al hierro.

5.4 INSTALACIONES EN CONSTRUCCION, PROYECTO O MODERNIZACION

Existen varios proyectos de nuevas instalaciones de tratamiento de minerales de plomo y cinc o también de piratas complejas con plomo y cinc como elementos meso-componentes recuperables por flotación. Algunos de ellos están aún en fase de estudio de viabilidad técnico-económica, otros en fase de proyecto definitivo y alguno acabado de construir. Los datos de que se dispone están, naturalmente, en relación con lo avanzado que esté el proyecto en cuestión.

Los más importantes, en orden de desarrollo, son:

- La planta de tratamiento de complejos por flotación global Pb-Zn construida por la «Asturiana de Zinc», en Cueva de la Mora (Huelva).

También existen proyectos de reformas, modernización y ampliación de instalaciones existentes, entre las que destacan las del lavadero Roberto, en el que se espera mejorar la recuperación del cinc, beneficiar la pirita y la magnetita y aumentar aún más su capacidad, alcanzando las 7.000 t/día.

Asimismo está la sustitución del antiquísimo lavadero Manzana, de gravimetría y flotación, de la Compañía Minero - Metalúrgica Los Guindos, por uno totalmente nuevo, provisto de maquinaria moderna y circuito actualizado.

Independientemente de las reformas, y sin que se precise ninguna ampliación, se prevé también un incremento sensible de la producción minera nacional de plomo y cinc a medida que va recuperándose la mina de Reocín.

Muchas más reformas y ampliaciones se prevén y más adelante se enumerarán, indicando la finalidad perseguida.

5.4.1 TENDENCIAS DEL SECTOR

Las tendencias en cuanto al proyecto de nuevas instalaciones afectan a todos los tipos de mineral:

Grupo a) *Monometálicos*: Sustitución de instalaciones antiguas por otras nuevas; mejora de métodos de lavado; ampliaciones, etc.

Grupo b) *Complejos de Pb y Zn*: Proyecto de planta para Piedrafita del Cebrero (Lugo).

Grupo c) *Piritas complejas*: Primera planta de tratamiento para este grupo en Cueva de la Mora (Huelva); proyecto de instalación de una planta de flotación diferencial para Aznalcóllar (Sevilla); estudios de viabilidad técnico-económica para las piritas complejas de Sotiel-Coronada (Huelva).

Grupo d) *Escombreras*: Mejora de métodos de lavado; ampliaciones; traslado de plantas por razón de agotamiento de tierras y para emprender la explotación de otras; proyectos de nuevas explotaciones, etc.

Ahora bien, por razón de su importancia y novedad tecnológica se van a comentar los correspondientes al grupo c): piritas complejas.

Existen dos tendencias fundamentales para la recuperación por flotación de los mesocomponentes Pb-Zn-Cu de las piritas complejas:

- Flotación global.
- Flotación diferencial.

La Asturiana de Zinc, cuya actividad ha sido muy grande en este terreno, ha desarrollado la técnica de la flotación global para sus minerales. Hay dos razones básicas que defienden su postura:

- Los rendimientos en flotación son mayores.
- El concentrado global es el producto adecuado para su proceso de tostación-lixiviación-electrólisis.

Sin embargo, el valor de venta de un concentrado global Pb, Zn y Cu es muy inferior al de los concentrados diferenciales, y, por consiguiente, la decisión entre ambas técnicas de flotación sólo se puede tomar (salvo dificultades de orden técnico para aplicar la flotación diferencial) después de un estudio económico comparativo.

La Asturiana de Zinc, consecuente con su técnica de flotación global, ha ultimado la construcción de una planta de esa índole, con capacidad de 500 t/día, en Cueva de la Mora (Huelva), para tratar los minerales de Romerita y Castillo Buitrón y otros análogos; esta planta está concebida para irse ampliando en módulos de 500 t/día, según las disponibilidades de mineral.

La calidad de los concentrados de flotación global prevista es, más o menos, la siguiente:

30	—	40	por	100	Zn
10	—	15	por	100	Pb
1	—	3	por	100	Cu
20	—	25	por	100	Fe

Este concentrado se trata por electrólisis, previa tostación especial y lixiviación ácida del material tostado, se-

gún patentes de la Asturiana de Zinc. Se prevé obtener 55.000 toneladas anuales de concentrado global de este tipo y 120.000 toneladas anuales de pirita residual.

La Andaluza de Piritas, por el contrario, en colaboración con la empresa alemana Sachleben Metallgesellschaft, está estudiando el proyecto de una planta de flotación diferencial de Pb, Zn y Cu para tratar 2.000 toneladas diarias de piritas complejas de Aznalcóllar (Sevilla) en módulos ampliables de 1.000 t/día.

Tomando por base los resultados de los ensayos que se vienen realizando, y aprovechando la experiencia del lavadero de flotación diferencial de MEGGEN (Alemania), donde se está tratando un mineral muy parecido al de Aznalcóllar, se calcula la producción anual de concentrados siguientes:

Productos	Leyes	Producción anual
Conc. Pb.	45 por 100 Pb.	18.000 Tm.
» Zn.	50 por 100 Zn.	50.000 »
» Cu.	20 por 100 Cu.	12.000 »
Pirita residual	49 por 100 S	500.000 »

La pirita residual será arsenical y su contenido en Pb + Zn será inferior al 1,50 por 100.

Además de los proyectos descritos, Piritas Españolas tiene encomendados los estudios de flotación de sus piritas complejas de Sotiel-Coronada a la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras. Se trata de un mineral parecido al de la Andaluza de Piritas, antes referido.

Las piritas de flotación, sea global o sea diferencial, serán muy parecidas al prototipo de pirita ibérica, y se podrán tratar con ésta en las subsiguientes etapas de aprovechamiento industrial. Sin embargo, teniendo en cuenta que se trata de un producto muy fino será necesario aglomerarlas en crudo (en forma de pelets verdes) antes de proceder a su tostación.

Las reservas de piritas complejas beneficiables por flotación son una realidad indiscutible y una fuente de riqueza muy importante para nuestro país, ya que ellas permitirán obtener un incremento muy apreciable de concentrados de plomo y cinc, de los que actualmente España llegará a ser deficitaria y tenderá a serlo cada vez más, dado el ritmo de crecimiento del consumo interior.

5.4.2 FINALIDAD DE LAS MODERNIZACIONES

Las modificaciones en una planta existente suelen obedecer a tres motivos:

- Modernización.
- Reforma de circuito.
- Ampliación.

Aunque todo cambio que se haga en una planta implica una idea de modernización, esta designación sólo se aplica en los casos de sustitución de un aparato de concepción antigua por otro moderno: un clasificador mecánico, por un ciclón; un toma-muestras hidráulico basculante, por otro mecánico con relé de tiempos; un revestimiento de acero, por otro de caucho en un molino de bolas, etc.

El segundo caso, «reforma de circuito», como su nombre lo indica, es un cambio en el esquema de tratamiento; aunque éste, lógicamente, está inspirado en una

tecnología más reciente y, por tanto, moderna, no se la designa como tal modernización, sino como reforma de circuito.

Finalmente, el tercer caso, «ampliación», implica un incremento en la capacidad nominal de la instalación.

Con este criterio se enumeran a continuación las modificaciones que se prevén en las instalaciones catalogadas y más adelante se comentan las más importantes, indicando al mismo tiempo la finalidad que se persigue:

Núm. ficha PNEM	Nombre de la instalación	Tonelaje anual tratado	Modificación prevista
9	Cierco	27.958	Ampliación y reforma.
33	San Rafael	20.000	Modernización.
65	Virgen de Guía	23.100	Ampliación y modernización.
320	San Vicente	80.440	Ampliación.
418	Legaza	71.250	Ampliación.
419	Arenal Blanco	60.000	Ampliación.
421	Manzana	32.173	Modernización y reforma.
547	Antomina	19.873	Reforma.
591	Roberto	1.759.000	Reformas y ampliación.
689	Grupo Cobo	19.279	Reforma.

Observaciones:

- Podría afirmarse que es casi vital el ampliar las instalaciones pequeñas si se quiere que sean rentables, pero esto sólo se puede realizar en el caso de que existan reservas de mineral suficientes para amortizar tal ampliación.
- La necesidad de ampliación no es privativa, sin embargo, de las instalaciones pequeñas, ya que el lavadero Roberto (el mayor del sector Pb-Zn) también prevé aumentar su capacidad. Toda ampliación, razonada por supuesto, acarrea ventajas económicas que no se pueden menospreciar.
- Es interesante observar que las modificaciones previstas no se limitan al incremento de capacidad, algo que parece demasiado rutinario, sino que existe también un afán de superación y mejoramiento tecnológico por parte de las empresas explotadoras al proyectar reformas de circuitos y modernización de maquinaria, sin que ello deje de tener también su repercusión económica, como es lógico.

Como modificaciones de mayor interés, por lo que respecta a la producción nacional de este sector, se comentan las siguientes:

El lavadero San Vicente pretende duplicar su tratamiento y, por ende, su producción anual, que está en las 1.124 toneladas de concentrados con el 50 por 100 Pb.

Arenal Blanco proyecta incrementar su capacidad en 2,7 veces la actual, de 200 t/día. Su producción anual, de 600 toneladas de concentrados con el 60 por 100 Pb, se multiplicará correspondientemente.

En el lavadero Roberto están previstas las siguientes modificaciones:

- Instalación complementaria para ciclizado y remolienda de la pulpa (una vez flotada la galena), con el fin de mejorar la recuperación de la blenda.

- Instalación de un circuito de flotación para recuperar la pirita.
- Puesta en marcha del circuito de magnetita, que había sido suspendido hace algún tiempo.
- Incremento de la capacidad del lavadero desde 6.000 a 7.000 t/día, lo que supone un incremento de la producción de plomo metal desde 16.848 a 17.755 t/año y de cinc metal desde 16.750 a 22.000 t/anuales.

5.5 DEDUCCIONES DE LOS DATOS ESTADISTICOS

De todo lo hasta aquí expuesto se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- En España existen 70 instalaciones de tratamiento de minerales de plomo y cinc. En éstas están incluidas las de fluorita, que obtienen como sub-productos plomo y cinc.
- Su capacidad nominal media es muy reducida, ya que a excepción de dos instalaciones grandes (Roberto y Reocín) las demás son muy pequeñas, promediando 247 t/24 horas.
- La producción anual de concentrados es de:
 - 103.666 toneladas de concentrados de plomo, y
 - 149.333 toneladas de concentrados de cinc.
- Esta misma producción expresada en toneladas de metal es de:
 - 74.781 toneladas de plomo metal, y
 - 80.799 toneladas de cinc metal.
- La producción de plomo, salvo en el caso excepcional del lavadero Roberto, está relativamente repartida entre siete u ocho lavaderos importantes y una gran cantidad de plantas pequeñas, particularmente tratando escombreras.
- No ocurre lo mismo con el cinc, cuya producción está prácticamente acaparada por dos plantas: Reocín y Roberto. Entre ambas instalaciones se produce el 73,4 por 100 de los concentrados de cinc y el 74,6 por 100 del cinc metal.
- El máximo tonelaje anual tratado lo tiene Murcia, por razón del lavadero Roberto.
- Predominan los minerales complejos de plomo y cinc, tanto en lo que se refiere al tonelaje tratado como a la producción.
- La riqueza en plomo de los criaderos monometálicos es muy superior a la de los complejos de plomo y cinc; pero éstos, considerando el valor conjunto plomo y cinc obtenido, son comparables a los primeros.
- Las escombreras tienen muy poco plomo y casi nada de cinc, pero su aportación en plomo a la producción nacional no es despreciable.
- Se espera una importante aportación de plomo y cinc procedente de las piritas complejas onubenses, que es la mena del futuro próximo.
- Muchas de nuestras instalaciones están ya muy viejas y rebasan los 20 años de existencia.
- No obstante, se puede afirmar que los sistemas de tratamiento empleados son correctos y hacen uso de la tecnología moderna.
- Salvo casos aislados, los sistemas de control son muy imperfectos.
- La eficacia mecánica, por el contrario, es satisfactoria, principalmente en las instalaciones de mayor producción.

- Los rendimientos metal obtenidos, salvo en las menas monometálicas, dejan mucho que desear, particularmente en el caso del cinc.
- La productividad expresada en toneladas brutas por jornal obrero es muy baja, debido a la abundancia de instalaciones pequeñas.
- Se espera enjugar el futuro déficit nacional de producción en este sector y volver a exportar plomo y cinc gracias a los nuevos proyectos de instalación, especialmente los de Cueva de la Mora (Huelva), Piedrafita del Cebrero (Lugo) y Aznalcóllar (Sevilla). También está en estudio el tratamiento metalúrgico del mineral de Oscos (Asturias).
- Igualmente existen proyectos de modernización, reforma de circuitos y ampliación de muchas de las plantas de plomo y cinc, todos ellos conducentes a producir más y mejor.

5.6 INCIDENCIA SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION Y RECUPERACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

5.6.1 EL POLVO

El tratamiento de los minerales de plomo y cinc se realiza fundamentalmente en húmedo; sólo en la fase de trituración se trabaja en seco y se produce polvo. En la mayoría de los casos, y salvo honrosas excepciones, no se hace nada por evitar esa contaminación, por lo que éste es un tema en el que hay que fijar la atención y que se debe recoger explícitamente y con el máximo detalle en la nueva reglamentación minera en relación con las plantas de tratamiento de minerales.

El polvo se hace particularmente dañino cuando las partículas tienen un grosor comprendido entre 0,2 y 5 micras, con una concentración superior a 100.000 partículas por litro de aire.

Es preciso estudiar cuidadosamente aquellos focos productores de polvo en las instalaciones de machaqueo y trituración, principalmente en los puntos siguientes:

- Volcadores de mineral en la recepción del bruto.
- Cribas mecánicas (entrada y salida de productos).
- Aparatos de trituración (particularmente la salida de gravilladoras).
- Caída sobre la tolva de almacenamiento de menudos.

Generalmente es suficiente instalar capturadores de polvo de tipo centrífugo, con o sin enlodadora, situando estratégicamente las campanas de toma de polvo sobre los puntos antes mencionados.

A pesar de ello, en algunos casos puede ser necesario el uso obligatorio de mascarillas protectoras contra el polvo.

Una ligera aspersión de fina agua sobre el mineral bruto puede aliviar mucho el problema.

En las regiones donde el clima es benigno conviene prever una ventilación natural que facilite la limpieza del ambiente.

5.6.2 EL RUIDO

Otro tema de interés para la salubridad ambiental es el nivel de ruidos. No se debe olvidar que el oído humano

es un órgano muy sensible y la exposición prolongada dentro de un ambiente excesivamente ruidoso provoca la sordera permanente en el individuo, y, como además no todas las personas son igualmente sensibles al ruido, debe vigilarse este extremo sometiendo al interesado a un examen médico antes de que sea aceptado para trabajar en un ambiente a nivel de ruido elevado, debiendo volver a examinarle periódicamente para ver si ha sufrido algún daño en su capacidad sensorial acústica. La sordera producida por estos motivos es una enfermedad profesional que se puede evitar fácilmente con poco que se exija el cumplimiento de las normas que se dan al efecto (Orden del 31 de julio de 1944).

Podría ser necesario el empleo de aparatos protectores para el oído, lo mismo que las mascarillas para el polvo.

El efecto del ruido excesivo no sólo repercute en el oído del individuo, sino también, y esto es muy importante, en su estado psíquico, en el que se pueden producir daños aún mayores que la propia sordera, además del peligro que supone la distracción de la atención y el aumento de fatiga, todo lo cual conduce a la disminución del rendimiento.

5.6.3 LOS VAPORES

En las plantas de flotación se suele tropezar con otro elemento de contaminación ambiental, que es el de los vapores emanados por los reactivos de flotación. Algunos de estos vapores son altamente venenosos, como el cianhídrico; otros, sin serlo tanto, producen fuertes dolores de cabeza o influyen en el estado general de la persona, ocasionando la pérdida de apetito, como ocurre con el sulfuro y los aerofloats o fosocresoles; también los hay que son inflamables o atacan la vista; algunos son agradables, como el aceite de pino, pero éstos son los menos.

Lo que sí es evidente es que esta faceta de la contaminación ambiental merece especial atención y que se deben establecer y reforzar las normas para la manipulación y dosificación de estos productos, procurando mecanizarla adecuadamente. Los dosificadores deben estar bien cerrados para evitar las emanaciones del reactivo, por lo menos hasta que se mezcle bien con la pulpa y ésta lo absorba.

De modo muy particular debe procurarse una buena ventilación del taller donde se preparan los reactivos y el almacén donde se guarden. Asimismo, se exigirá el empleo de guantes, mascarillas, gafas protectoras y ropa adecuada para su manejo.

El lugar de trabajo debe mantenerse siempre limpio y regado para limpiar los derrames y proyecciones inevitables.

5.6.4 LA ILUMINACION

Este es quizá el factor ambiental menos atendido y, sin embargo, tiene un influencia muy importante en la productividad.

Una buena iluminación en el interior y exterior de una planta facilita un ambiente de trabajo agradable y optimista; evita accidentes de trabajo y permite vigilar cuidadosamente la marcha del lavadero, pudiendo distinguir bien los minerales y la calidad de los productos obtenidos.

La influencia que sobre el precio de coste ejerce la iluminación es insignificante y los beneficios de ella derivados son muy considerables. Por esta razón, cada día se da más importancia a este tema y en todos los proyectos de instalaciones nuevas se le presta mucha atención.

Hay, sin embargo, cierta tendencia a utilizar luces fluorescentes, particularmente en los lavaderos pequeños, lo que se piensa es un error, pues este tipo de iluminación falsea los colores y no permite distinguir bien los minerales entre sí. Se cree más eficaz el empleo de la luz mezcla, estudiando cuidadosamente su distribución, de forma que no deslumbré y la intensidad luminosa sea adecuada y se reparta uniformemente en las naves sin producir sombras.

La iluminación del exterior también es importante, especialmente en los aparatos instalados al aire libre, como suelen ser los espesadores, cintas transportadoras, etcétera, y en los espacios de trabajo, parques de minerales, depósitos de agua, embalses y vías de acceso. Los focos de luz deben estar suficientemente elevados para no producir deslumbramientos.

5.6.5 LA TEMPERATURA AMBIENTE

En nuestro país, así como en los de la zona mediterránea, se cuida muy poco este factor, abusando un tanto del hecho de que se disfruta de días soleados durante la mayor parte del año, y parece que el disponer de calefacción en una planta industrial de esta índole sólo se justifica en los países nórdicos, dentro del casquete polar. Nada más lejos de la realidad.

En las zonas interiores de la Península, en las sierras que la atraviesan y en sus extensas mesetas, los inviernos suelen ser muy crudos y el aire que las barre corta y congela aun durante el día, pero cuando cae el sol la temperatura se hace insostenible y las condiciones de trabajo son infrahumanas. No se puede esperar que el rendimiento del personal que trabaja en esas condiciones sea eficaz; pierde mucho tiempo y abandona la vigilancia, apretándose junto a un brasero o una hoguera, que muchas veces hacen dentro de la propia instalación, con el consiguiente peligro de respirar atmósferas viciadas y provocar incendios.

Es evidente, pues, que para asegurar una buena marcha de las instalaciones en esas épocas de frío es conveniente cuidar el diseño de las naves, procurando siempre que sea posible orientarlas al mediodía, dotándolas de puertas y ventanas que cierren bien y se eviten las corrientes de aire. Finalmente, en las zonas más frías se debe prever la instalación de calefacción por aire caliente que se reparta uniformemente por toda la nave, sin que haya ningún foco de calor alrededor del cual apezeque agruparse.

5.6.6 AGUAS RESIDUALES

Todavía existen algunas explotaciones antiguas donde los residuos del lavadero se dejan correr por las cañadas y arroyos, sin ningún escrúpulo.

Hoy día esto está reglamentado. Los barros residuales deben decantarse y almacenarse en embalses apropiados contruidos al efecto; sólo las aguas claras pueden dejarse correr por los arroyos siempre y cuando no sean

tóxicas para el ganado y los peces. Las normas a seguir están dictadas en las leyes de caza y pesca.

Sin embargo, lo más aconsejable es recuperar las aguas claras y utilizarlas nuevamente en el lavadero. En el caso de una planta de flotación, esto tiene la ventaja de aprovechar ciertos reactivos reduciendo su consumo; el gasto adicional que produce el bombeo de las aguas recuperadas no suele ser, ni mucho menos, prohibitivo.

Esta norma es imperativa en las zonas áridas, que tanto abundan en la mitad sur de la Península, donde el agua escasea y es preciso recuperarla al máximo, para tener la suficiente en el lavadero. El agua es también un mineral que muchas de las veces escasea de forma alarmante y se debe cuidar su uso.

La clarificación de las aguas residuales lleva consigo otro problema de no menor importancia, que es el almacenamiento de los barros. Es preciso asegurar la estabilidad del embalse que se construya a este fin, la vigilancia en este sentido debe ser muy estrecha y las normas de seguridad deben cumplirse rigurosamente. El peligro de rotura de los diques de retención reviste carácter dramático, particularmente cuando aguas abajo hay alguna zona habitada o de tránsito.

La consolidación de los muros de contención debe vigilarse muy cuidadosamente, así como los aliviaderos, que deben tener sección suficiente para aguantar posibles avenidas en épocas de lluvia torrencial.

Cuando el muro está formado con el propio estéril es muy conveniente cubrirle de vegetación, con lo cual se asegura mejor su consolidación y secado.

Las normas para la construcción y conservación de estos embalses deben ser recogidas cuidadosamente en la nueva legislación minera.

5.7 RECOMENDACIONES

Como conclusión práctica de este trabajo se hacen las siguientes recomendaciones:

5.7.1 EN EL ORDEN ADMINISTRATIVO

- Completar la colección de fichas técnicas de las instalaciones existentes en el sector, manteniéndolas al día en lo sucesivo, con el fin de que la Administración disponga en todo momento de la información precisa.
- Introducir en el Reglamento de Policía Minera nuevas cláusulas que se ocupen de los problemas que atañen a las plantas de tratamiento de minerales.

5.7.2 EN EL ORDEN TECNICO

- Crear un Centro Nacional de Desarrollo Minero que se ocupe de estudiar todo lo relacionado con las explotaciones mineras, tanto en lo que se refiere a los procesos mineros propiamente dichos como a los de la preparación o tratamiento de los minerales, ideando nuevos métodos de trabajo y comprobando la eficacia de los existentes.
- Con la colaboración de dicho Centro, mejorar los

rendimientos, la productividad y la calidad de los productos obtenidos.

- Igualmente, con la colaboración de dicho Centro, bajar los costos de producción facilitando la rentabilidad de las explotaciones existentes y abriendo nuevos horizontes para las futuras.
- Este mismo Centro podría ocuparse de mantener al día las fichas antes referidas, asesorando y teniendo informada a la Administración de todo cuanto atañe a la problemática técnico-económica de las explotaciones mineras del país.

5.7.3 EN EL ORDEN ECONOMICO

- Establecer préstamos para la adquisición de maquinaria a largo plazo.

5.7.4 EN EL ORDEN ESTRUCTURAL

- Fomentar la agrupación de pequeñas empresas para evitar el minifundio.

6. PREPARACION DE LOS MINERALES METALICOS VARIOS

6.0 INTRODUCCION

En esta Sección se incluyen el conjunto de minerales que a continuación se expresan, indicando también el número de fichas recibidas y plantas existentes.

Mineral	Fichas recibidas	Plantas existentes	Tonelaje de las fichas	Producción nacional total	Tanto por 100 en ficha
Antimonio	1	1	198	273	72,5
Bismuto	1	2	10	—	100,0
Estaño	9	15	(Sn) 140,2	(Sn) 176,9	79,23
Manganeso	1	—	n. c.	n. c.	—
Mercurio	0	8	—	—	—
Titanio	0	6	—	—	—
Wolframio	4	7	279	380	74,4

6.1 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

6.1.1 CUADRO SINOPTICO GENERAL

En el cuadro sinóptico general de los minerales metálicos varios, se aprecia la escasez de datos de que se ha dispuesto. Se desarrolla el estudio de aquellas plantas de las que se tienen datos suficientes. (Cuadro 6.1-1.)

6.1.2 BISMUTO

Los minerales de bismuto se vienen obteniendo, casi exclusivamente, como subproductos en plantas de concentración de otros minerales.

CUADRO 6.1-1

CUADRO SINOPTICO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE MINERALES METALICOS VARIOS

Núm. ficha PNEM	Nombre de la instalación	Municipio y provincia	Capacidad nominal t/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL t.			
					Concentrado t.	Metal contenido	Concentrado t.	Metal contenido
Antimonio								
54	M. Hispania	Albuquerque. Bd. ..	48	3.600	198	99	—	—
Bismuto								
1	La Dehesa	Pozoblanco. Co.	10	1.500	10	1,3	—	—
Manganeso								
10	Toheco núm. 3	Alp. Gerona	No tiene planta ni da producción					
Wolframio								
151	San Pedro	S. Pedro de Rozados. Sa.	48	2.500	4	2,8 WO,	1	0,75 Sn.
478	Merladet	Barrueco Pardo. Sa.	2.100	330.000	216	166,3 »	—	—
48	Adelaida	Almoharín. Cc.	24	3.055	9,9	5,54 »	—	2,37 Sn.
149	Claudina	Morille. Sa.	60	5.000	50,0	37,0 »	—	—
Estaño								
A 2	Casualidad	Pedralba. Za.	450	9.000	—	—	45	31,5 Sn.
32	Casiterita III	Corre Campo. Co.	800	55.048	—	—	14,7	11,0 »
A 3	Dorinda	Carbajosa. Za.	150	1.500	—	—	10,0	6,7 »
144	San Expedito	Cáceres	700	20.000	—	—	10,0	6,6 »
148	Dramin-Carmen	Cilleros. Sa.	480	3.856	—	—	3,9	2,2 »
152	Golpejas	Golpejas. Sa.	840	207.000	—	—	59	35,8 »
150	Nueva España	Carrascal. Sa.	307	14.870	—	—	14,1	9,9 »
407	La Parrilla	Sta. Amalia Ba.	800	82.800	—	—	28,3	11,1 »
46	Teba	C. Millán. Cc.	72	2.050	—	—	36,9	25,4 »

Por excepción, en España existen en la provincia de Córdoba yacimientos de estos minerales como mena principal, de las que se han ido explotando sus monteras de carbonatos, pero la formación ha cambiado en todas ellas a la forma de sulfuros con presencia de bismuto nativo.

El bismuto es un metal muy escaso en la corteza terrestre (mucho más que el oro, por ejemplo), pero los usos tradicionales (en farmacopea y en algunas aleaciones) exigen un consumo escaso y sus cotizaciones no han estado de acuerdo con su rareza mineralógica. En los últimos tiempos ha cambiado considerablemente el panorama, por su empleo en la técnica nuclear, como catalizador de procesos industriales, pares termoeléctricos, etcétera, lo que se ha reflejado en su precio (6 dólares libra de metal), sin que se pueda predecir que ha llegado a su «techo».

Hace años (antes de la subida del precio) una empresa con capital alemán se interesó en las minas de Córdoba, formando una reserva, realizando una extensa prospección y obteniendo cierta cantidad de toneladas de metal que fueron exportadas en su mayor parte. Posteriormente la minería de bismuto ha vuelto a su languidez por falta de medios y de técnica y en la actualidad sólo está en actividad una planta de concentración de una capacidad nominal de 10 t/día, que ha tratado 1500 t de mena, obteniendo 10 t de concentrado con 12 a 15 por 100 Bi y un rendimiento del 23,88 por 100.

Esta planta hay que calificarla como «mala», y emplea solamente procedimiento de concentración gravimétrico, con lo que el rendimiento es muy bajo, en un mineral que, por su alto precio, exige procesos de tratamiento muy afinados.

Existen también en la provincia de Badajoz varias minas que presentan el bismuto como mena secundaria, pero que con los nuevos precios ha pasado a ser la principal.

Parece ser que en estas condiciones, otra sociedad extranjera se interesa por las minas de Córdoba.

6.1.2.1 Recomendaciones

Se cree necesario llamar la atención sobre las aplicaciones industriales en la actualidad de este escaso e interesante metal para que se tomen las medidas precisas para la regulación, fomento y distribución de su producción, dado el interés que puede representar no sólo en el momento actual, sino también en un futuro próximo.

6.1.3 ESTAÑO Y WOLFRAMIO

Por diversas circunstancias, los datos obtenidos sobre plantas para el tratamiento de minerales de estaño y wolframio, nueve de ellas del primero y cuatro del segundo, se consideran que son totalmente insuficientes para abordar el estudio de este importante sector, y que si se realiza sobre el escaso material obtenido puede reflejar resultados muy lejos de la realidad.

La explotabilidad de un yacimiento de estaño o wolframio depende de su riqueza, pero en el caso de concentraciones bajas, consideradas en tantos por mil, la categoría de la planta de concentración y sobre todo las diferencias de rendimiento en éstas, cambian el resultado de la explotación de ser rentables a trabajar con pérdidas.

El problema se ha planteado en otras naciones europeas, como en el caso de la reanudación de explotaciones de estaño de Cornavalles, donde una de las dificultades principales estriba en la recuperación de los tamaños extremadamente finos que se producen en el tratamiento de estos minerales (aún más finos en las schellitas) que han llevado a realizar detallados estudios. Este problema, que no puede pensarse está resuelto, ha llevado a proponer como tema para el Simposio del próximo Congreso Internacional de Preparación de Minerales, el de «Tratamiento de las partículas muy finas», entre otros propuestos.

En el cuadro 6.1-2 se da un resumen de las instalaciones agrupadas por su capacidad, pero este cuadro no refleja la realidad, ya que faltan los datos del resto de las provincias productoras.

A falta de éstos, se indica:

- Que en muchas minas, ambos minerales se presentan juntos, por lo que el problema de su rentabilidad económica depende del precio del estaño y del wolframio.
- Que existe un gran minifundio, favorecido por la dificultad de adquisición de terrenos (en Galicia) y la falta de agua. Muchos criaderos que trabajan esporádicamente, pero con precios altos, proporcionan un tonelaje no despreciable.
- El problema fundamental es el de los lavaderos, que exigen en la técnica actual bastante complejidad para lograr la recuperación de finos. En el caso de la schellita, la flotación está indicada, aunque todavía no se ha empleado en ninguno, no obstante el gran lavadero de Barrueco Pardo. La gran

CUADRO 6.1-2

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE ESTAÑO Y WOLFRAMIO POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad nominal t/24 hrs.	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL			
			Concentrado de Sn. en t.	Sn. en t.	Mineral de wolframio en t.	WO, t.
<i>Estaño</i>						
0 - 100	1	2.050	37	25,4	—	—
100 - 500	4	29.226	72,9	47,2	—	—
500 - 800	4	364.048	112,0	64,54	—	—
<i>Wolframio</i>						
0 - 100	3	10.555	1	0,75	63,9	45,3
100 - 2.000	0	—	—	—	—	—
2.000 - 2.100	1	330.000	—	—	216,0	166,3

razón de concentración y la existencia en cantidades mínimas de elementos aptos de interés aprovechables, y por otra parte el posible beneficio de minerales de la ganga, hacen muy indicado el estudio y desarrollo de estos procesos, ya que incidiría notablemente sobre el concepto de reservas y beneficios del tratamiento.

6.2 CALIFICACION TECNICA DE LAS INSTALACIONES

6.2.1 RESUMEN DE LAS CALIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DE ESTAÑO

6.2.1.1 Calificación del conjunto de nueve plantas controladas por fichas

Antigüedad. Buena; todas las plantas han sido montadas en fechas recientes, la más antigua tiene diez años, pero fue reformada el pasado año, y salvo una de seis años las demás tienen menos de cuatro.

Sistema de tratamiento. Aceptable; todas emplean el procedimiento gravimétrico, sin cuidarse gran cosa de la recuperación de finos. Hay variaciones de importancia entre unas y otras plantas.

Maquinaria. Aceptable; por su fecha reciente de puesta en marcha, la maquinaria es apta, pero quizá no la más idónea en muchos casos. Se alternan máquinas buenas con otras deficientes.

Calidad de los productos obtenidos. Buena. En general, se alcanzan las leyes exigidas en el mercado.

Rendimiento de la operación. Aceptable; esta calificación se debe considerar con reservas, pues la falta de un buen sistema de control en casi todas las plantas arroja un resultado, al análisis, más favorable que el que cabría esperar en otro caso.

Sistema de control. Deficiente, en muchos casos malo o casi nulo.

Productividad. Deficiente, en su conjunto, aunque se pueda contar con tres buenas.

Consumo de energía. Aceptable, pero con diferencias notables en las plantas.

Suministro de energía. Bueno; las paradas por falta de energía resultan mínimas en casi todos los casos.

Abastecimiento de aguas. Bueno, aunque en algunas plantas es deficiente.

Almacenamiento y evacuación de estériles. Aceptable, debido en gran medida al procedimiento de concentración gravimétrica, que no crea problemas de tixotropía.

Depuración de aguas residuales y aprovechamiento. Aceptable. Se llama la atención en este punto, pues aun cuando este problema, por el tratamiento y la índole de las menas es tolerable hoy, puede hacerse más grave en un futuro próximo al aumentar producciones y mejorar la técnica de tratamiento.

Coefficiente de aprovechamiento ponderal. Malo; es debido a que en muchas minas se trabaja en un solo turno, como corresponde a una técnica de laboreo poco desarrollada.

Coefficiente de aprovechamiento de la instalación. Malo. Por las mismas razones anteriores.

Coefficiente de eficacia mecánica. Aceptable. Este resultado cabría esperarlo, no obstante las dos calificaciones anteriores, ya que, por ser maquinaria nueva y esquemas de tratamiento muy simplificados, no se acusan paradas excesivas.

6.2.2 RESUMEN DE LAS CALIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DE WOLFRAMIO

6.2.2.1 Calificación del conjunto de cuatro plantas controladas por fichas

Antigüedad. Aceptable; es muy variable entre las cuatro instalaciones que se consideran, pues mientras de dos de ellas, una es reciente y otra ha sido reformada últimamente, las otras cuentan algo más de diez años.

Sistema de tratamiento. Malo; al ser un mineral extremadamente friable, la recuperación de finos tiene gran importancia. Por otra parte, éstos se pueden tratar por flotación, sistema que no emplea ninguna de las plantas, aunque en dos de ellas la calificación individual es la de «aceptable».

Maquinaria. Deficiente; Esta calificación resulta de considerar dos plantas calificadas como «buenas» y otras dos como «malas».

Calidad de los productos obtenidos. Buena; en general se alcanzan las condiciones del mercado.

Rendimiento de la operación. Aceptable; esta calificación parece optimista debido a la dificultad de la toma de muestras del estéril, donde con facilidad se escapan los tamaños superfinos en el demuestre.

Sistema de control. Pésimo. En la mayor parte de los casos no se hace análisis de control, sino únicamente los de concentrado.

Productividad. Mala, a excepción de una de las plantas.

Consumo de energía. Mala. Al igual que en el apartado anterior, una planta se separa de esta calificación.

Suministro de energía. Bueno. Se deduce no haber problema de suministro en la zona.

Abastecimiento de aguas. Bueno, aunque han existido algunas dificultades. En general, éste siempre ha sido un factor muy influido por el año meteorológico.

Almacenamiento y evacuación de estériles. Bueno. Se puede aplicar la misma observación que para el estaño.

Depuración de aguas residuales y aprovechamiento. Aceptable. Se repite lo indicado en el estaño.

Coefficiente de aprovechamiento ponderal. Malo; en general se trabaja a un turno y en su caso a dos, pero dentro de éstos hay pérdidas de marcha.

Coefficiente de aprovechamiento de la instalación. Pésimo. Sin embargo, en unas instalaciones alcanza la calificación de «aceptable».

Coefficiente de eficacia mecánica. Bueno. Por la sencillez de los esquemas de tratamiento, se facilita alcanzar este resultado.

6.3 RECOMENDACIONES

- Completar el estudio con datos de todas las instalaciones.
- Intensificar la investigación sobre el tratamiento de estas menas.
- A la vista de lo anterior, marcar planes de desarrollo en los que se fije, de acuerdo con la realidad, las posibles producciones alcanzables, pues con los conocimientos obtenidos, de acuerdo con lo expuesto en las monografías correspondientes al PNEM, no parece posible superar las 1.500 ó 2.000 t de estaño anual y 2.500 de wolframio con cotizaciones favorables.

7. PREPARACION DE LOS MINERALES RADIOACTIVOS

7.0 INTRODUCCION

7.0.1 GENERALIDADES DEL SECTOR

Los minerales radiactivos deben su importancia actual al empleo de los mismos, y sobre todo del uranio, en la producción de energía eléctrica en centrales con combustibles nucleares.

La plena comercialización de las centrales nucleares como generadoras de energía eléctrica se inició en 1963. En este año se decidió, por razones puramente económicas, la construcción de una central de 515 MWe.

Hoy día es convencional el empleo de la energía nuclear para la producción de energía eléctrica, y así, en EE. UU. hay que considerar 118 centrales nucleares, entre las que están en funcionamiento, en construcción o encargadas, y su potencia asciende a 94.572 MWe (1).

En España hay una central nuclear en funcionamiento, otra casi acabada y otra en construcción. Hasta 1977 se pondrán en explotación otras cinco centrales, además de las indicadas (2). De acuerdo con el Plan Eléctrico Nacional para el período 1972-1981, la potencia nuclear instalada pasará de 600 MW a primeros de 1972 a 8.500 MW a finales de 1981.

La demanda de uranio para cada uno de estos años será de 183 t U₃O₈ y de 2.175 t U₃O₈, respectivamente. Las demandas acumuladas para ambos años serán de 1.283 t U₃O₈ y de 12.500 t U₃O₈. El valor de estos últimos, al precio de 8 \$/lb U₃O₈, es superior a los 15.000 millones de pesetas.

En la figura 7.0-1 se presentan las demandas anuales de concentrados de uranio, así como las acumuladas desde 1972 a 1985, obtenidas de un estudio de la Junta de Energía Nuclear sobre el programa nuclear a largo plazo.

7.0.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA PREPARACION DE MINERALES EN EL SECTOR

Los minerales de uranio se beneficiaban inicialmente para obtención del radio contenido en los mismos (2). Con este fin se explotaron yacimientos, ricos de los que se obtenían concentrados, fundamentalmente por gravimetría, que posteriormente se trataban por vía química.

Con la utilización de la fisión nuclear del uranio para usos bélicos, las necesidades de uranio aumentaron extraordinariamente, y para cubrirlas se recurrió a los antiguos yacimientos, al mismo tiempo que se pusieron en explotación otros muchos, más pobres.

Las técnicas de concentración física prácticamente se abandonaron, ya que a diferencia de lo sucedido con otras

menas, no se encontró ninguna de aquellas que permitiera una recuperación aceptable al mismo tiempo que un enriquecimiento.

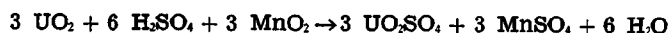
Los procesos hidrometalúrgicos antiguos evolucionaron, se descartaron los primitivos métodos, demasiado drásticos y costosos, y se desarrollaron otros más suaves, lixiviación ácida o alcalina en medios diluidos, que permitieron además el manejo de los grandes tonelajes que exigía la baja ley de los minerales (0.02 por 100 a 0.3 por 100 U₃O₈) en tratamiento.

La industria extractiva del uranio debe mucho a la del oro. Las operaciones y equipo de cianuración del oro se traspasan al uranio y se introducen mejoras, pero sobre todo se continúa el desarrollo: se introduce el empleo de floculantes sintéticos macromoleculares de extraordinaria eficacia, se descubre la posibilidad de concentrar, purificar y recuperar metales de soluciones diluidas, en una escala industrial, por resinas sintéticas de intercambio iónico o por disolventes orgánicos.

Estas técnicas desarrolladas para el uranio se están extendiendo a otros metales, por ejemplo, al cinc el cambio de ión, o al cobre la extracción con disolventes. Este último caso reclama la máxima atención, pues en él la extracción con disolventes está desplazando a la antigua técnica de la cementación, y es precisamente en los años 1969 y 1970 en los que se está produciendo este cambio en las plantas industriales.

En resumen, se puede decir que en la década de 1950 se establecieron con base sólida los procesos de tratamiento de las menas uraníferas. En la figura 7.0-2 se indican las diferentes posibilidades de tratamiento. Todas ellas constan de:

- Una etapa de reducción de tamaño para hacer accesible el mineral de uranio a la solución lixivante.
- Otra etapa de ataque o disolución del uranio en medio ácido y a veces oxidante, por ejemplo, la de la uraninita:



o en alcalino de carbonato-bicarbonato, por ejemplo: $\text{UO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_4 [\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3] + 2 \text{NaOH}$ y a veces, si el uranio está en forma tetravalente, se trata en presencia de oxidante para pasarlo a exavalente.

- Luego se separan los sólidos estériles de los líquidos fértiles por decantación o filtración, y
- El uranio se recupera de estos líquidos por resinas de cambio de ión o por extracción con disolventes.
- Finalmente, la solución concentrada de uranio obtenida en la etapa anterior se neutraliza para obtener un concentrado de uranio.

DEMANDA ANUAL Y ACUMULADA (t U.O.)

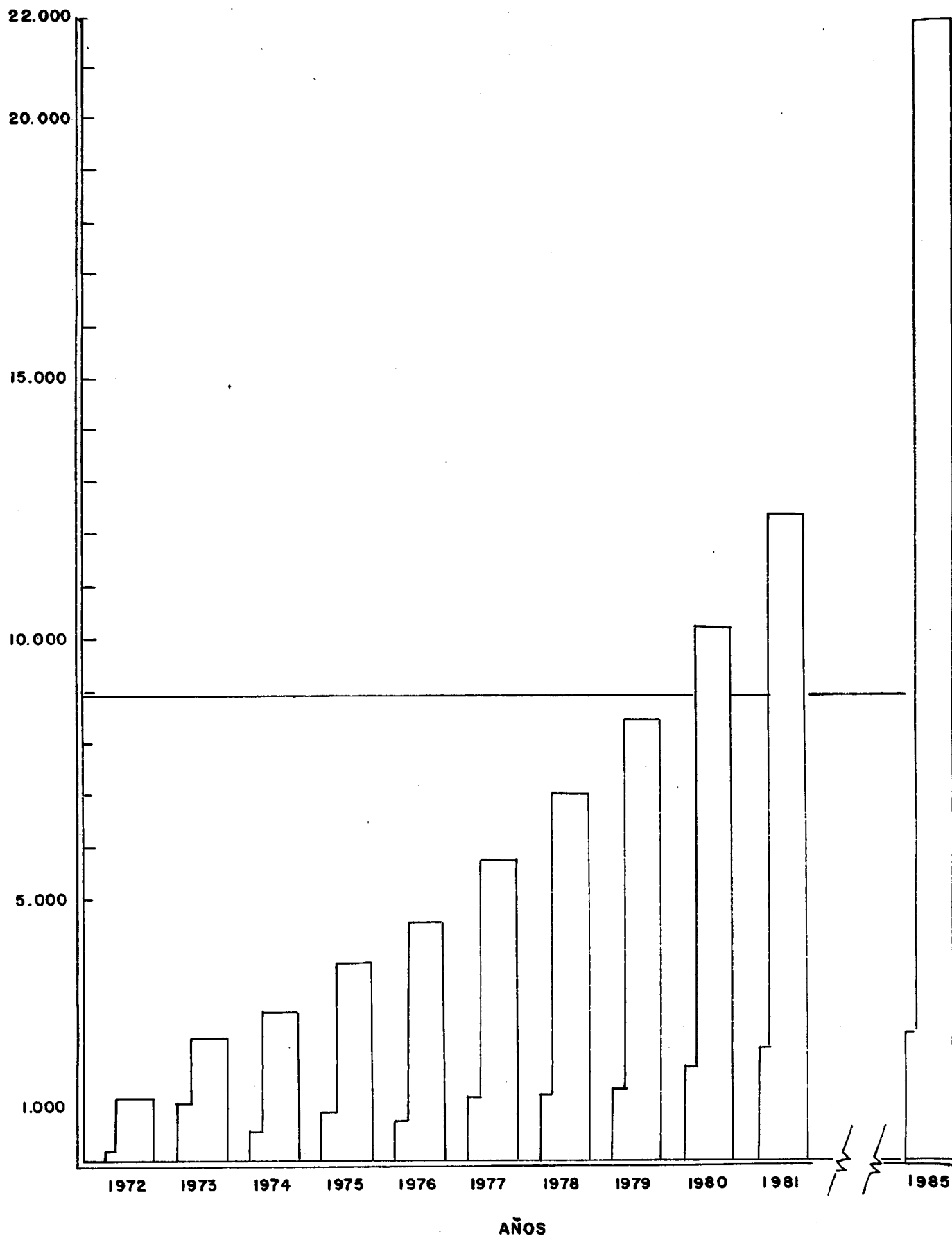


FIG. 7.0-1

DIAGRAMAS GENERALES PARA EL TRATAMIENTO DE MINERALES DE URANIO

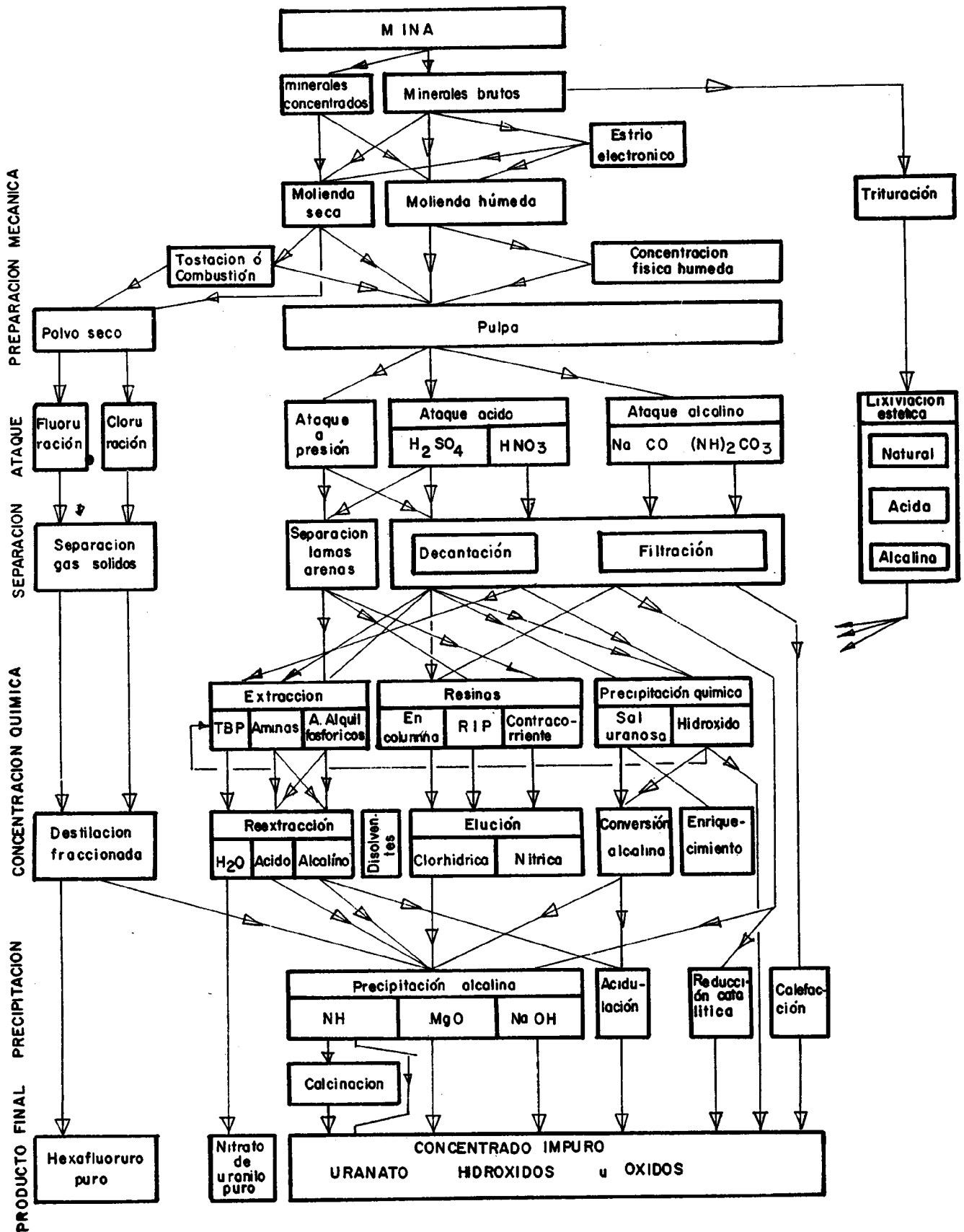


FIG. 7.0-2

Este proceso general tiene variantes y existen también algunas otras posibilidades menos empleadas.

La concentración física en sentido convencional sigue sin encontrar su puesto en la industria del uranio. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de acudir a ella para eliminar especies minerales consumidoras de reactivos, para obtener un concentrado de uranio cuando éste esté asociado a un material susceptible de concentrar o para eliminar algunas fracciones estériles gruesas y diferenciadas.

En el tratamiento de los minerales de torio la gravimetría se ha empleado a escala industrial.

7.0.3 ORIGEN Y VALORACION DE LOS DATOS EMPLEADOS

En la actualidad, este sector es muy limitado en España, ya que únicamente existe una planta industrial y el proyecto de otra.

También existen dos plantas piloto en las que junto con la información técnica se pueden obtener hasta un 15 por 100 de la producción de concentrados de la planta industrial; los datos referentes a éstas no se han considerado, pues no se trata de plantas de producción y su existencia está supeditada a la de la terminación de las investigaciones en curso.

7.0.4 NECESIDAD DE LA PREPARACION PARA LA OBTENCION DE CALIDADES DE ACUERDO CON LAS EXIGENCIAS DEL MERCADO

El uranio en los reactores nucleares se utiliza bien en forma de metal o de óxidos, dispuestos en los elementos «combustibles». La reacción de fisión en cadena, necesaria para el mantenimiento de la operación, requiere la eliminación de impurezas a un extremo que no se había alcanzado hasta ahora, lo que ha llevado a la definición de pureza nuclear, que se mide en partes por millón.

Las instalaciones de tratamiento de minerales de uranio no llegan, sin embargo, a esta pureza, pues normalmente se obtiene un concentrado de uranio sólido (75-95 por 100 U₃O₈) que es el producto comercial. En el ciclo del combustible nuclear, este producto puede seguir dos vías:

a) A un combustible de uranio natural; para lo que se purifica por extracción con disolventes, para lograr la pureza nuclear y luego, a través de diversos compuestos, se transforma en metal.

b) A un combustible de uranio enriquecido en el isótopo U-235. Este enriquecimiento se realiza por difusión gaseosa en forma de hexafluoruro de uranio.

Las especificaciones para uno y otro caso son algo diferentes. En el cuadro 7.0-3 se indican las especificaciones normales de la Comisión de Energía Atómica de los EE. UU. (USAEC), aplicables fundamentalmente a la vía a), y las de la Allied Chemical Corp., también de EE. UU., para la vía b).

Esta sociedad es la encargada por la USAEC de la transformación en hexafluoruro de uranio de los concentrados de uranio que los diferentes países llevan a enriquecer isotópicamente en las instalaciones de los EE. UU. Las características del proceso de transformación desde el concentrado (uranato u óxido de uranio) a hexafluoruro ha exigido especificaciones mucho más rígidas y en muchos casos el cambio de las etapas finales del trata-

miento de los minerales, con el fin de obtener concentrados exentos de sodio.

CUADRO 7.0-3

ESPECIFICACIONES PARA CONCENTRADOS DE URANIO

Elemento	USAEC	ALLIED CHEMICAL CORPORATION	
	Tolerancia % (b)	Tolerancia normal %	Tolerancia máxima %
1. Uranio (U)	75 (mínimo)	75	65 (mín.)
2. Fósforo (PO ₄)	6	0,10	0,70
3. Azufre (SO ₄)	10	3,00	8,00
4. Hierro (Fe)	—	0,15	1,00
5. Sodio (Na)	—	0,50	7,50 (a)
6. Vanadio (V ₂ O ₅) ...	2	0,10	1,80
7. Haluros (Cl, Br, I) ..	0,10	0,05	0,10
8. Fluoruro (F)	0,10	0,01	0,10
9. Molibdeno (Mo) ...	0,6	0,10	0,30
10. Arsénico (As)	0,8 (máx. 2 %)	0,05	0,15
11. Carbonato (CO ₃)...	1,0 (máx. 4 %)	0,20	0,75
12. Calcio (Ca)	1,5	0,05	0,75
13. Boro (B)	0,03 (máx. 2 %)	0,005	0,10
14. Potasio (K)	—	0,10	3,00
15. Agua (H ₂ O)	10 (a 110° C)	2,00	4,00
16. Cobre (Cu)	1,7	—	—
17. Uranio insoluble en HNO ₃	0,10	—	—

a) Tamaño: Si el contenido en sodio es:

0,50 % 100 % - 1/4" 100 % - 1/4"

0,50 - 7,5 % 100 % - 200 m. 100 % - 200 m.

b) Tamaño inferior a 1/4".

7.1 CARACTERISTICAS DE LAS MENAS ESPAÑOLAS

La mayoría de las menas españolas de uranio son de origen secundario, aunque en bastantes yacimientos se presenta la pechblenda. El número de especies mineralógicas de uranio es grande, no sólo en el conjunto, sino también en cada yacimiento.

Desde el punto de vista de rocas asociadas hay que señalar como más importantes los yacimientos en granitos, que son la mayoría de los tratados hasta ahora; los yacimientos en pizarras, que constituyen las reservas inmediatas más importantes, y las mineralizaciones en lignitos y areniscas, cuyas técnicas de tratamiento están en estudio. Una clasificación más rigurosa es por tipos genéticos.

Por lo que respecta al tratamiento, no se han encontrado dificultades especiales en la disolución del uranio de las diferentes especies. Sin embargo, desde un punto de vista práctico hay que considerarlas como menas de dificultad media debido a la influencia de la ganga, a la fuerte alteración supergénica y a las asociaciones. La asociación uranio-limonita hace en la mayoría de los casos que la solubilización óptima-económica sea baja, inferior al 90 por 100; recientemente se han desarrollado procesos para hacer accesible, económicamente, ese uranio limonítico. En algunos yacimientos se han presentado elementos perjudiciales para la lixiviación (carbonatos o sulfuros).

También son, en general, minerales de dificultad media desde el punto de vista de las impurezas que liberan en la lixiviación. La presencia de fosfatos es muy superior a los niveles que son normales en la práctica internacional.

En algunos casos se han presentado minerales meta-lúrgicamente difíciles, por ejemplo, los concentrados de brannerita y davidita de los primeros años de la década del 50 o las cuarcitas radiactivas, en las que gran parte del uranio está en la red del círculo.

Junto con las menas simples de uranio se han presentado algunas dobles: de uranio-cobre, o incluso triples: de uranio-cobre-vanadio.

A las menas de torio, monacitas fundamentalmente, se les ha dedicado hasta ahora una atención muy somera.

Las leyes de uranio de los minerales tratados han oscilado alrededor del 0,1 por 100 U_3O_8 , estando comprendidas en el intervalo 0,08 - 0,2 por 100 U_3O_8 . Fracciones de mineral marginal que no soporta los gastos de transporte y de tratamiento en una fábrica convencional se tratarán en un futuro próximo al pie de los yacimientos.

7.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA TECNOLOGIA MODERNA DE MINERALES RADIATIVOS

Desde el punto de vista español, y en el momento actual, hay que referirse fundamentalmente a los minerales de uranio.

Como se ha indicado anteriormente, la industria extractiva del uranio es de desarrollo reciente y forzado, lo que ha llevado consigo el establecimiento de una tecnología avanzada para el tratamiento de los minerales de uranio.

Por otra parte, debido a las reservas de concentrados almacenadas y el retraso en la comercialización de los reactores nucleares ha habido una falta de demanda que ha producido una reducción considerable en las prospecciones uraníferas y en las investigaciones sobre el tratamiento de sus minerales, si bien parece que la situación está cambiando para pasar a otra época de gran actividad.

Ha habido pequeñas mejoras en los procesos, se han desarrollado algunos reactivos, se ha tratado de agrupar operaciones para reducir costos, pero en realidad no ha habido ninguna modificación substancial en lo que se refiere al tratamiento de los minerales convencionales.

El esfuerzo investigador de los últimos años se ha centrado en la valorización de los yacimientos marginales y en el aprovechamiento de fracciones inframarginales que no soportan los costos de los minerales normales. La lixiviación bacteriana, la lixiviación estática con reactivos corrientes y la lixiviación en mina, han sido las áreas de mayor desarrollo, a las que habrá que tener muy en cuenta en la realización de futuros proyectos comerciales.

7.3 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

La única instalación industrial del sector es la Fábrica de Uranio General Hernández Vidal, que la Junta de Energía Nuclear posee en Andújar. Como resumen de los datos referentes a la misma se puede indicar:

- Se puso en marcha a finales de 1959 y en 1963 se modificó, agregándole dos secciones (flotación y cementación) para el tratamiento de menas dobles de uranio-cobre; a finales de 1969 sufrió otra modificación (sección de calcinación), con el fin de me-

jorar la solubilización del uranio de los minerales limoníticos, teniendo prevista otra reforma (sección de extracción con disolventes), con el fin de reducir costos.

- Su capacidad de diseño es de 200 t/d y ha tratado hasta finales de 1969 565.000 t de mineral.
- Los minerales tratados proceden de los yacimientos próximos de Cardeña (Córdoba) y Santuario de la Virgen de la Cabeza (Jaén) y de los existentes en las provincias de Cáceres y Badajoz. El intervalo de composición para estos minerales (por 100) es:
 U_3O_8 (0,08-0,2); CaO (0,1-0,4); SiO_2 (40-70); TiO_2 (0,1-0,5); Al_2O_3 (6-20); Na_2O (0,1-0,4); P_2O_5 (0,2-1,5); CuO (0,05-5,0); Fe_2O_3 (3-28); K_2O (1-3).

El mineral se reduce a 35 mallas para la lixiviación.

- El sistema de tratamiento corresponde a un circuito convencional de lixiviación ácida, a decantación en contracorriente, cambio de ión y precipitación.
- La maquinaria es de fabricación nacional en aquellos casos en que su calidad es admisible, en los demás es de importación.
- El producto normal en 1969 es el uranato amónico, con una ley media de 80,8 por 100 en U_3O_8 . En épocas anteriores obtuvo uranato sódico de calidad parecida, excepto en lo que se refiere a concentración en sodio.
- El rendimiento de la fábrica en 1969 fue del 85 por 100.
- El sistema de control es mecánico, con análisis manuales. Algunas operaciones ciclones, cambio de ión, están automatizadas. Los puntos clave tienen registradores. Dispone de laboratorio y realiza unas 35.000 determinaciones al año.
- El mineral tratado en 1969 ha ascendido a 64.360 t, lo que equivale a un rendimiento ponderal del 107,3 por 100.
- La dotación está compuesta de 10 técnicos, 10 administrativos, 112 obreros y 13 auxiliares técnicos. Los jornales en 1969 han sido de 29.172 y la productividad de 2,21 t/jornal.

— Los consumos han sido:

Hierro, g/t, mandíbulas	50
barras	380
bolas	260
revestimientos	150
Acido sulfúrico, kg/t	50-100
Acido nítrico, kg/t	4,8
Cal, kg/t	30-34
Nitrato sódico, kg/t	1,7-2,0
Amoniaco aq., kg/t	2,6
Sosa cáustica, kg/t	0,2
Flocal, kg/t	0,3-0,4
Agua, m ³ /t	7
Energía, kwh/t	56

- La potencia instalada es de 1.000 CV y tiene 230 motores.
- El servicio de agua está compuesto de una instalación de captación del río Guadalquivir, un sistema de floculación, sedimentación y almacenamiento. Dispone de un servicio de desmineralización para calderas y parte del proceso.

DIAGRAMA DE TRATAMIENTO DE LA INSTALACION EXPERIMENTAL DE LIXIVIACION DE CIUDAD RODRIGO

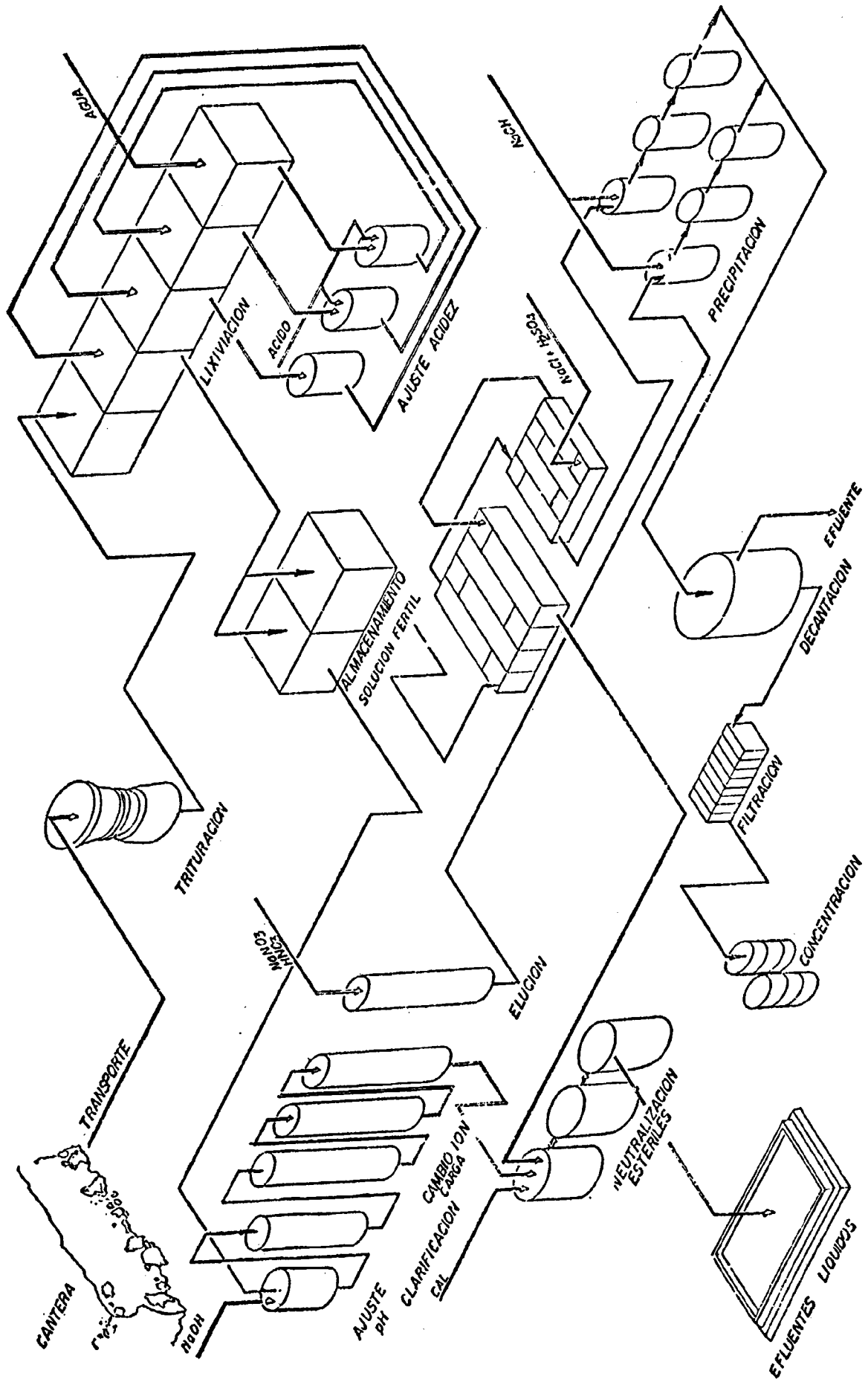


FIG. 7.3-1

DIAGRAMA DE FLUJO CUALITATIVO LOBO-E

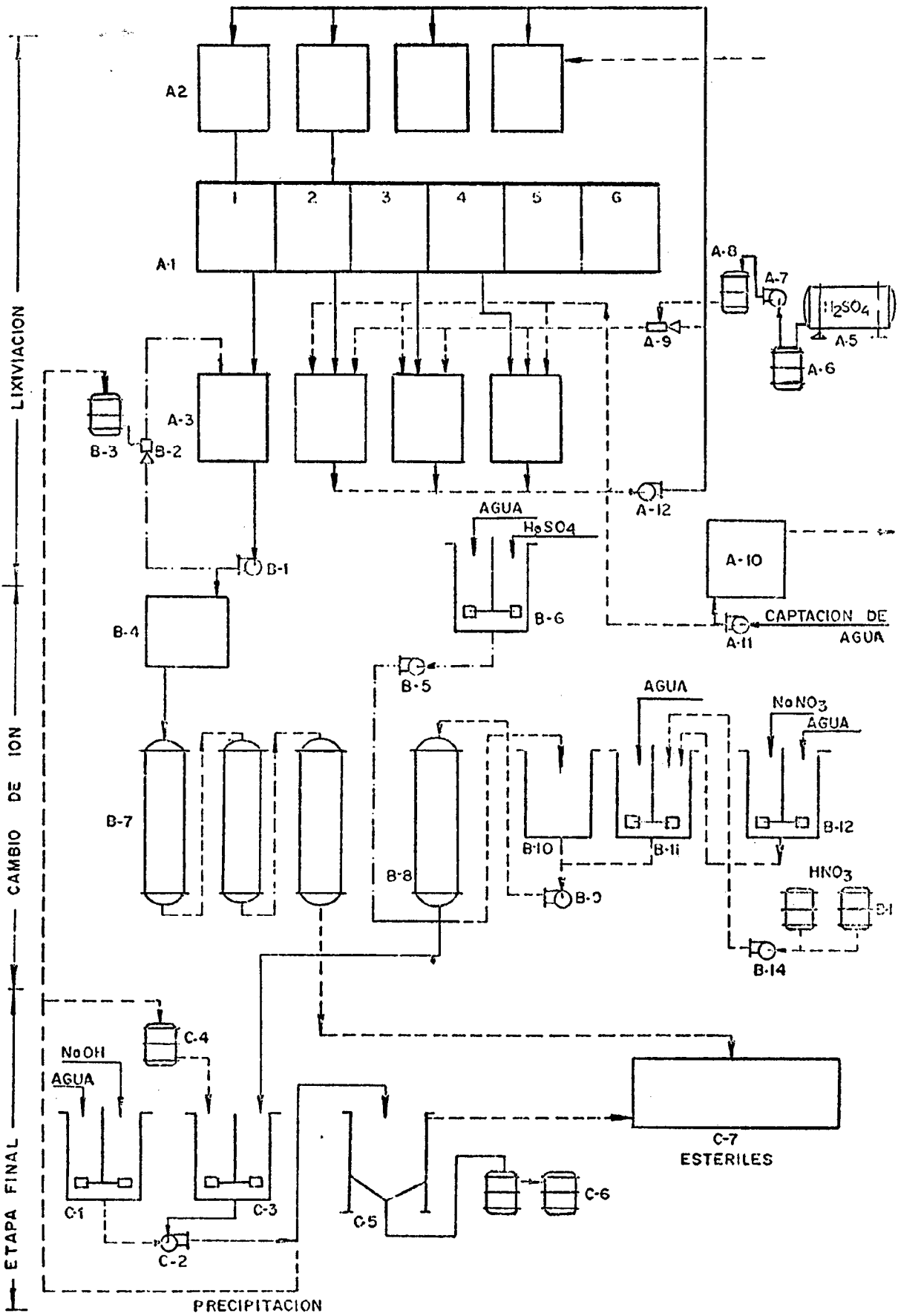


FIG. 7.3-2

- Los estériles y aguas residuales se neutralizan con cal y se envían a unos diques de almacenamiento de sólidos, de los que rebosa el agua clara. No se prevé la utilización futura de estos estériles.
- En el año 1969, para un período de 7.488 h, funcionaron 6.954 y estuvieron en reparación 218. Los coeficientes de aprovechamiento de tiempo y de eficacia mecánica de la maquinaria fueron, respectivamente, 96,85 por 100 y 95,74 por 100.

Como se ha indicado, existen dos instalaciones experimentales:

Una en Ciudad Rodrigo; su diagrama de bloques es el de la figura 7.3 - 1 y su objeto ha sido el estudio del tratamiento de pizarras uraníferas de ley marginal (400-600 ppm U_3O_8) o inframarginal hasta 200 ppm U_3O_8 . Su capacidad de tratamiento es de 70 t/d.

La otra está próxima a Don Benito y su esquema se indica en la figura 7.3 - 2. Su objeto también es el estudio del tratamiento de minerales marginales, pero con un fuerte contenido en arcilla y con materiales de construcción poco nobles. La capacidad tope de tratamiento es de 35 t/d.

7.4 INSTALACIONES EN CONSTRUCCION, PROYECTO O MODERNIZACION

La tendencia del sector es hacia un aumento de la producción, para la cual hay una fuerte demanda interior.

Además de la fábrica de Andújar, que está realizando reformas para reducir costes, hay que señalar el proyecto de una fábrica de concentrados para tratar las pizarras uraníferas próximas a Ciudad Rodrigo. La capacidad de esta planta es ligeramente superior a las 1.000 t/d de mineral. Su circuito es bastante convencional, aunque con diferencias respecto a la de Andújar.

Además de la fábrica existirán instalaciones de lixiviación estática para tratar a pie de yacimiento las fracciones marginales e inframarginales, que ascenderán a unas 1.500 t/d.

Existe otro proyecto experimental para desarrollar un proceso de tratamiento para las pizarras fuertemente alteradas de La Haba, Campanario, Magacela (Badajoz). El circuito estudiado a escala de laboratorio comprende una combinación de los sistemas convencionales con los de lixiviación estática; y en vía experimental se tratarán unas 100 t/d de mineral marginal y otras 100 t/d de inframarginal.

Con la realización de estos proyectos se podrá alcanzar una capacidad de producción de unas 500 t U_3O_8/a .

7.5 DEDUCCIONES DE LOS DATOS ESTADISTICOS

Únicamente hay una fábrica registrada, aunque existen dos plantas piloto y el proyecto de otra planta industrial.

La existente tiene 11 años de antigüedad, aunque el año pasado sufrió una reforma y tiene prevista otra para el próximo; a pesar de su edad, no se la puede considerar anticuada.

Su capacidad es baja, de acuerdo con el nacimiento de una nueva actividad en el país (1959) y con unas reservas poco conocidas en la época del proyecto.

El sistema de tratamiento es bueno, ha evolucionado poco. Los nuevos proyectos, sin embargo, hacen uso de los desarrollos más recientes.

La maquinaria es adecuada y en muchos casos buena por el cuidado de su elección, mantenimiento y renovación.

La operación es buena. El producto que obtiene es de calidad internacional y cumple holgadamente las especificaciones.

El rendimiento es algo bajo, 85 por 100, respecto a la práctica internacional, pero fundamentalmente se debe a las características especiales de las menas españolas; la última reforma (calcínación) se ha hecho con vistas a aumentar este rendimiento.

El sistema de control consta de profusión de toma de muestras automáticos, registradores y en algunos casos automatización de ciertas etapas, de acuerdo con programas sencillos. El laboratorio hace más de 100 determinaciones diarias.

La productividad es baja, a causa de la complejidad del proceso, el exceso de personal y la autonomía de servicios auxiliares.

Los consumos son bastante normales.

Los servicios están bien montados. El eléctrico está asegurado no sólo por la conexión a la red, sino por grupos autónomos.

La cantidad y calidad del agua está conseguida con independencia de la calidad original: dispone de servicios de floculación y clarificación, así como un circuito independiente de agua desmineralizada.

La eliminación de estériles está perfectamente cuidada: neutralización, almacenamiento en dique y clarificación.

El aprovechamiento de la instalación es óptimo, ya que la capacidad de tratamiento ha sido ligeramente superior a la de diseño. El funcionamiento es continuo, 24 h/d, 7 d/sem, con un aprovechamiento del 96,9 por 100.

El entretenimiento está bien logrado, las paradas a él debidas sólo han sido del 4,2 por 100.

7.6 INCIDENCIAS SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE MINERALES RADIATIVOS

Los procesos de tratamiento de estos minerales tienen varias causas posibles de contaminación ambiental:

- Líquidos ácidos del proceso.
- Sólidos finamente molidos.
- Radiactividad.
- Elementos, trazas y compuestos diversos.

Sin embargo, es relativamente fácil evitar la contaminación ambiental. De hecho, es práctica universal el retener los sólidos del proceso y, con ellos, la mayoría de las causas de radiactividad y de los elementos traza. A los cauces públicos se devuelven aguas limpias y neutras.

Esta práctica establecida, con neutralización de líquidos y formación de diques para retención de los sólidos, se debe mantener. Asimismo, hay que recomendar que en la elección del emplazamiento de futuras instalaciones se dedique especial interés al aspecto de vertido de estériles.

7.7 RECOMENDACIONES

- a) Urge el aumento de la capacidad de producción de concentrados de uranio.
- b) Interesa la máxima atención a los procesos de lixiviación estática para el aprovechamiento de las fracciones marginales de mineral y la valorización de pequeños yacimientos pobres o aislados.
- c) Conviene fomentar el estudio de la lixiviación en mina, que permitiría aumentar el rendimiento de los criaderos, así como valorizar índices pobres.

7.8 REFERENCIAS

- Editorial. Energía Nuclear, Madrid (1970) 14 (67), 372-373.
- F. Pascual: El Plan Eléctrico Nacional y los combustibles nucleares. Coloquios sobre el impacto de la energía nuclear en la economía y la industria españolas, «Boletín Forum Atómico Español (1969) (36), 5-13.
- M. Curie: Le Radium et les Radio-elements. J. B. Bailliere (1965), París.
- J. E. N.: Descripción de las principales mineralizaciones uraníferas de España y su clasificación por tipos genéticos (1963), Madrid.

8. PREPARACION DE MINERALES NO METALICOS

8.0 INTRODUCCION

8.0.1 GENERALIDADES DEL SECTOR

El grupo de minerales no-metálicos se caracteriza por su heterogeneidad, tanto desde el punto de vista geológico como de composición química, métodos de recuperación y aplicaciones. Las características físicas de los mismos suelen jugar papel interesante en sus aplicaciones.

La preparación de este grupo de minerales es también extraordinariamente heterogénea: desde una sencilla molienda y clasificación hasta las técnicas más complicadas del sistema de flotación.

Las industrias consumidoras se extienden en una amplísima gama, como son: industria química, fertilizantes, siderurgia, metalurgia, cerámica, refractarios, vidrio, papeleras, tratamiento de grasas y aceite, abrasivos, gomas, pesticidas e insecticidas, sondeos, pinturas, tratamientos de vinos, alimentación, etc. Esta es la razón por la cual las especificaciones que rigen los distintos mercados sean también extraordinariamente variables. Así, por ejemplo, un caolín cerámico puede diferir notablemente de un caolín destinado a la industria del papel o una barita destinada a la industria química difiere también de una barita destinada a la formación de lodos de sondeo.

Pero aun dentro de esta heterogeneidad, la industria consumidora, al mejorar sus sistemas de producción, ha aumentado también sus exigencias, dando, en general, especificaciones muy claras y concretas sobre sus materias primas, fijando una norma que es común a todas ellas: homogeneidad en los productos vendibles.

Una calidad determinada y una homogeneidad en la producción no se consiguen más que con una instalación de preparación adecuada al todo-uno disponible.

8.0.2 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA PREPARACION DE MINERALES EN EL SECTOR

También resulta extraordinariamente variada la historia de la preparación de los minerales no-metálicos: al lado de la milenaria industria caolinífera china se encuentra la reciente aplicación del espato flúor a las industrias química y siderúrgica.

Prescindiendo de casos particulares no muy significativos, puede decirse que la minería y, en especial, la aplicación de procesos y sistemas de preparación a los minerales no-metálicos es cosa reciente que no va más allá de los últimos cuarenta años.

La expansión de la industria consumidora, la mejora

de sus métodos de producción, la automatización de dichos métodos, el descubrimiento de nuevos productos, etc., ha traído consigo la necesidad de un rápido desarrollo de la producción de materias primas.

Dentro de esta evolución sufrida en la preparación de los minerales no-metálicos se debe destacar el momento en que la flotación se incorpora al campo de la concentración de los mismos, dentro del cual su desarrollo ha sido verdaderamente espectacular. Grandes tonelajes de fosfatos, sales potásicas, micas, feldespatos, fluorinas, baritas, berilos, espodumenas y muchos otros son producto de un tratamiento de flotación.

Si se piensa que fue en 1924 cuando Sulman y Edser hicieron las primeras aplicaciones de los ácidos grasos a la flotación, puede deducirse el camino que aún falta por recorrer.

La evolución española ha sido también verdaderamente interesante en los sectores de las sales potásicas y en el del espato-flúor. Ya al final de los años 20, el ingeniero de minas, don Leopoldo Bárcena, se preocupaba de la flotación de los minerales de Osor. Deja, sin embargo, mucho que desear en otros sectores, como en el caolín, feldespatos, barita, cuarzos, etc. Se sigue, en general, con instalaciones pequeñas y ausentes de las nuevas técnicas, que podrían convertir a España en uno de los primeros productores de minerales no-metálicos de Europa Occidental.

8.0.3 ORIGEN Y VALORACION DE LOS DATOS EMPLEADOS

Los datos utilizados para la confección de los cuadros que en artículos siguientes se insertarán han sido tomados de las fichas especiales conformadas por las Secciones de Minas Provinciales y por el grupo coordinador del PNEM.

Desgraciadamente, esta recopilación de datos, que pretendía ser el primer inventario de las instalaciones de preparación de minerales españolas, no ha podido completarse por diversas circunstancias y faltan las correspondientes a instalaciones que por su importancia, tanto desde el punto de vista de producción como de sistema de preparación, son fundamentales para hacer la valoración del sector a que pertenecen.

En consecuencia, los datos numéricos reflejados no se pueden tomar en su valor absoluto como exponente real de los tonelajes totales tratados ni de las producciones obtenidas, y únicamente se les puede valorar en relación con el conocimiento del estado actual de las técnicas de concentración españolas, que, al fin y al cabo, es uno de los objetivos fundamentales de este trabajo.

8.0.4 NECESIDAD DE LA PREPARACION PARA LA OBTENCION DE CALIDADES DE ACUERDO CON LAS EXIGENCIAS DEL MERCADO

Hasta hace no más de treinta años las técnicas de preparación de minerales, aplicadas a los no-metálicos, eran, prácticamente, inexistentes. Los suministros a las fábricas consumidoras se hacían partiendo de minas selectivas y sometiendo al producto a rudimentarias operaciones.

Los aumentos de consumo han exigido forzar el ritmo de las explotaciones en detrimento de la calidad de las zafras obtenidas, y así, las explotaciones masivas a cielo abierto se han impuesto en todos los casos posibles, en los cuales el factor calidad tiene una importancia menor. Son precisamente las instalaciones de preparación las que deben garantizar los dos factores fundamentales: *calidad* y *homogeneidad* de los productos vendibles. Los aumentos de consumo, la mecanización de las industrias extractivas y las especificaciones terminantes de los consumidores han impuesto la necesidad de la preparación de las zafras arrancadas.

Por otro lado, los avances en la técnica de la preparación, particularmente en el campo de la flotación, han permitido la explotación masiva de criaderos que se consideraban inexplotables, siendo el exponente más significativo de este hecho el aprovechamiento de las sales potásicas.

Son, por lo tanto, estas dos causas las que han convertido en imprescindible el empleo de técnicas de preparación en el campo de los minerales no-metálicos.

8.1 CARACTERISTICAS DE LOS MINERALES NO METALICOS ESPAÑOLES

8.1.1 MINERALES INCLUIDOS

Las fichas de instalaciones de preparación de minerales no-metálicos recibidas en esta ponencia pueden agruparse en la siguiente forma:

Minerales	Número de Instalaciones
Sales potásicas	5
Espato-flúor	9
Caolín	22
Arcillas	5
Kieselgur y tripoli	7
Cuarzo y arenas silíceas ...	5
Feldespatos	2
Barita	3
Magnesita	1
Tierras industriales	3
Glauberita	1
Pómez	1
Sal gema	49
	113

En estas instalaciones se incluyen aquellas que realizan una verdadera misión de tratamiento, bien enriqueciendo la mena beneficiable, bien separando impurezas, y aquellas otras que solamente realizan un proceso de cambio físico, como es una trituración, clasificación por tamaños, etc., sin que se ponga en juego procedimiento alguno de enriquecimiento.

En el análisis de cada grupo se señalan las características fundamentales de cada instalación.

8.1.2 DIFICULTADES QUE PUEDEN PRESENTARSE EN LA PREPARACION DE LOS MINERALES NO METALICOS

Las dificultades que pueden presentarse en la preparación de los minerales no-metálicos se derivan de:

- Las que para su preparación presenta cualquier mineral, ya que, aun dentro de las mismas especies mineralógicas, cada caso presenta problemas distintos.
- La finalidad que quiera darse a los productos vendibles y la obtención continuada de las especificaciones señaladas por los consumidores. Estas especificaciones son extraordinariamente heterogéneas, pero un conocimiento profundo de las mismas permitirá determinar las posibilidades óptimas de aprovechamiento, que conducirán a una rentabilidad máxima.

Refiriéndose concretamente a las instalaciones españolas, y haciendo dos importantes excepciones, que son las sales potásicas y el espato-flúor, el resto de las instalaciones de preparación, en general, adolecen de defectos, tales como:

- Inexistencia de trabajos preliminares de tratamiento.
- Adecuación de las instalaciones al objeto que se persigue.
- Ausencia de técnicas modernas.
- Desconocimiento de las máximas posibilidades de aprovechamiento de la sustancia útil.
- Ausencia de controles suficientes que garanticen determinadas calidades.

Muchas de estas deficiencias tienen su origen en la pequeñez de las unidades productivas, donde las inversiones son siempre cortas y donde cualquier gasto adicional —investigación, presencia de técnicos, controles, etcétera— hace insostenible la explotación.

También es verdad que se tropieza con la idiosincrasia del español donde lo fácil tiene inmediata aceptación y es idea general, por ejemplo, que producir feldespatos, con la sola condición de disponer de un filón más o menos rico, es suficiente.

La precaria situación de los pequeños productores de minerales no-metálicos demuestra lo equivocado de su actuación.

Si las dos finalidades de la preparación de los minerales no-metálicos son la obtención de la calidad de los productos de acuerdo con unas especificaciones señaladas y la homogeneidad de esa producción, no cabe duda que nunca se lograrán con unidades productivas pequeñas y con ausencia de técnicas adecuadas.

Con ello queda señalado uno de los problemas con los que deberá enfrentarse el Programa Nacional de Explotación Minera y para el que habrán de buscarse las soluciones adecuadas.

8.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA PREPARACION DE MINERALES NO METALICOS EN LA TECNOLOGIA MODERNA

De la lectura de los apartados anteriores se pueden deducir algunas de las tendencias generales en la prepa-

ración de minerales no-metálicos, que coinciden, en parte, con las de preparación de minerales metálicos, a saber:

- Unidades productivas de grandes capacidades de tratamiento.
- Automatización de las instalaciones.
- Aplicación de controles electrónicos de análisis continuos.
- Aplicación de sistemas de preconcentración, molienda diferencial, auto-molienda, etc., con vistas a la disminución de los costos de producción.

A estas tendencias generales y comunes a toda preparación de minerales se deben añadir las particulares del grupo:

- Aplicación del sistema de flotación.
- Establecimiento de instalaciones de homogeneización de los productos vendibles.
- Aplicación de la peletización en aquellos casos en que las tendencias de la industria consumidora así lo exija.
- Aplicación de sistemas de secado por «spray» o atomización.
- Aplicaciones de técnicas de micronización.

Volviendo a excluir los dos sectores antes citados de las sales potásicas y del espato-flúor, que han seguido las tendencias generales, incluso mejorándolas, el resto de las técnicas aplicadas a la preparación de minerales no-metálicos ha quedado en franco retraso.

Este retraso afecta, particularmente, a los siguientes minerales:

- Arcillas, en especial caolín.
- Feldespatos.
- Cuarzos y arenas silíceas.
- Baritas.
- Magnesitas.

Las reservas españolas de los minerales señalados parece son interesantes, si bien adolecen de falta de investigaciones adecuadas. La ausencia de técnicas modernas, la pequeñez de las instalaciones, la falta de garantía en los productos terminados son factores comunes que traen como consecuencia no solamente la ausencia de exporta-

ciones, sino la necesidad casi ineludible que de la importación tienen nuestras industrias consumidoras de determinados sectores.

8.3 INSTALACIONES ACTUALES Y SUS CARACTERISTICAS

8.3.1 CUADRO SINOPTICO GENERAL

Con objeto de tener una visión de conjunto de las instalaciones de preparación de minerales no-metálicos, de las cuales se ha dispuesto de fichas claramente conformadas, se inserta un primer cuadro sinóptico, en el que se señala:

- Capacidad anual y nominal de tratamiento-jornada de 24 h.
 - Tonelaje anual tratado.
 - Coeficiente ponderal de utilización en tanto por 100
- $$\left(\frac{\text{Tonelaje tratado}}{\text{Capacidad teórica}} \right)$$
- Clasificación de las instalaciones en orden a su capacidad.

Los datos recogidos se refieren a la marcha de las instalaciones durante los años 1969-70.

Seguidamente se hace un estudio detallado de las instalaciones de preparación correspondientes a las sales potásicas, al espato-flúor y al caolín, incluyendo cuadros sinópticos diversos y haciendo sus correspondientes comentarios.

Respecto al resto de los minerales no-metálicos se hacen algunos comentarios basados en los datos del cuadro sinóptico general.

8.3.1.1 Comentarios al cuadro sinóptico general (cuadro 8.3 - 1)

De la simple inspección del cuadro sinóptico general se pueden hacer las siguientes deducciones:

- Destaca el grupo de instalaciones de preparación de sales potásicas tanto por la magnitud de las

CUADRO 8.3 - 1

CUADRO SINOPTICO GENERAL

Minerales	Núm. de instalaciones	Capacidad nominal anual	Tonelaje anual tratado	Coeficiente ponderal de utilización	CLASIFICACION POR CAPACIDADES			Producciones anuales en mineral vendible
					> 100.000 t/año	50.000 a 100.000	< 50.000	
Sales potásicas	5	4.862.680	3.988.101	85,03 %	5	—	—	908.644
Espato flúor	9	868.600	685.706	78,94 %	4	1	4	265.955
Caolín	22	978.000	287.685	29,40 %	2	6	14	37.151
Bentonita, sepiolita o atapulguita	4	63.300	33.750	53,91 %	—	—	4	28.900
Kieselgur y tripoli	6	56.700	19.000	33,50 %	—	—	6	16.800
Cuarzo	6	343.100	161.000	46,80 %	—	—	—	144.300
Feldespatos	2	17.200	15.200	88,37 %	—	—	2	11.200
Barita	3	—	—	—	—	—	3	—
Magnesita	1	3.000	2.880	—	—	—	1	800
Tierras decolorantes	1	13.200	10.300	78,03 %	—	—	1	4.850
Glauberita	1	90.000	50.000	55,5 %	—	1	—	25.300
Tierras aluminosas	2	6.000	1.700	28,33 %	—	—	2	1.400
Talco	1	26.500	18.720	70,64 %	—	—	1	18.720
Pómez	1	3.600	3.000	83,33 %	—	—	1	3.000
Sal gema	49	3.209.830	1.169.300	36,42 %	9	6	34	—

mismas como por su coeficiente ponderal de utilización, que llega al 85,5 por 100.

- En segundo lugar está el grupo de minerales de espato-flúor, si bien los datos recogidos son muy incompletos y las instalaciones, de las que no se han dispuesto de datos, pertenecen al grupo cuya capacidad es superior a las 100.000 t/año de tratamiento, por lo que su consideración hubiera mejorado las cifras reseñadas.
- El caolín presenta ya las características generales del resto del grupo:
 - Unidades productivas pequeñas.
 - Bajo coeficiente ponderal de utilización.
 - Ausencia de técnicas modernas.

También debemos señalar que no se han registrado las tres instalaciones más importantes de la región gallega.

- El grupo de las arcillas distintas del caolín es aún muy incipiente y las calidades obtenidas no son aún satisfactorias.
- En el grupo del feldespato se han registrado solamente dos instalaciones. Existe alguna más, pero todas ellas se concretan a molindas y clasificaciones, sin que exista instalación alguna que efectúe un verdadero tratamiento de la zafra.
- La sal común ocupa 49 de las 113 instalaciones registradas. También es cierto que, salvo excepciones, las instalaciones existentes se reducen a un

molino disgregador y algún sistema de clasificación.

- El resto de las instalaciones de preparación consignadas son de importancia muy relativa, estando muy incompletos los grupos del cuarzo, barita y magnesita, donde existen más instalaciones que las consignadas, pero sus datos no han llegado a tiempo para incluirlos en el presente trabajo.

8.3.2 GRUPO DE INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES POTASICAS

8.3.2.1 Comentarios al cuadro 8.3-2

Las instalaciones incluidas representan el 95 por 100 de la producción.

Destaca la importancia de las instalaciones de Potasas de Navarra, S. A., que representa un 37,6 por 100 de la producción total; siguen en importancia Potasas de Suria, Unión Explosivos Río Tinto y en cuarto lugar Potasas Ibéricas, S. A.

La producción total catalogada es de 908.644 t de CIK, equivalente a 540.199 t de K₂O.

Según las estadísticas oficiales, la producción en 1969 fue de 956.644 t en CIK, equivalentes a 588.199 t de K₂O.

8.3.2.2 Comentarios al cuadro 8.3-3

La producción de sales potásicas se concreta a las provincias de Barcelona y Navarra, representando la primera el 60 por 100 de la total.

CUADRO 8.3-2

INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES POTASICAS

N.º ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal: Tm/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION			
					Leyes %	Concentrados CIK	Contenido K ₂ O	Porcentaje del total
8	Mina Enrique Potasas Ibéricas, S. A.	Barcelona	1.200	294.109	{ 50 60	51.540	25.770	4,53
14	Mina Emérica					36.772	22.063	3,88
	Unión Explosivos Río Tinto	Id.	1.200	289.630	60	60.422	36.253	6,40
11	Minas de Cardona					140.770	84.462	14,86
	Unión Explosivos Río Tinto	Id.	3.000	753.300	{ 60 62	8.430	5.226	0,92
19	Potasas de Suria, S. A.					254.688	152.812	26,90
625	Potasas de Navarra	Navarra	6.500	1.561.861	60	356.022	213.613	37,60
Total catalogado				3.988.101		908.644	540.199	95,09
Total no catalogado				212.000		48.000	28.000	4,91
TOTAL GENERAL				4.200.101		956.644	568.644	100,00

CUADRO 8.3-3

DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES POTASICAS POR PROVINCIAS

Provincia	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	Tonelaje concentrado CIK	Contenido K ₂ O	Porcentaje del total
Navarra	1	1.561.861	356.022	213.613	39,5
Barcelona	4	2.466.240	552.622	326.586	60,5
Total catalogadas	5	3.988.101	908.644	540.199	100,0
Total no catalogadas	1	212.000	48.000	28.000	
TOTAL GENERAL	6	4.200.101	956.644	568.199	

8.3.2.3 Comentarios al cuadro 8.3-4

Todas las instalaciones tienen capacidad superior a las 1.000 t/24 h.

Solamente hay una con capacidad superior a las 6.000 t/24 h. y representa el 37,6 por 100 de la producción total.

Las dos instalaciones de capacidad intermedia representan el 42,69 por 100 de la producción total.

8.3.2.4 Comentarios al cuadro 8.3-5

El rendimiento en las cinco instalaciones registradas, referido a K₂O, es superior al 83 por 100.

Tres instalaciones tienen rendimientos superiores al 88 por 100 y representan el 72,9 por 100 de la producción total.

Técnicamente pueden considerarse los rendimientos ob-

tenidos como muy satisfactorios. A título de comparación se indicará que los rendimientos medios en K₂O obtenidos en las instalaciones americanas son del 88 por 100.

En las cinco instalaciones descritas en las correspondientes fichas se utiliza el sistema de flotación. No se describe el sistema de disolución existente en alguna de las instalaciones.

8.3.2.5 Comentarios al cuadro 8.3-6

La productividad está expresada en toneladas tratadas/jornal empleado.

Este coeficiente varía entre 8 y 40 t/jornal.

Dos instalaciones tienen productividades superiores a las 30 t. Corresponde a las dos mayores instalaciones que representan el 64,5 por 100 de la producción.

En general, la productividad del conjunto del grupo puede considerarse como satisfactoria.

CUADRO 8.3-4

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES POTASICAS POR SU CAPACIDAD

Capacidad nominal t/24 horas	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	Concentrados en t. ClK	Contenido en K ₂ O t.	Porcentaje del total
< 1.500	2	583.739	148.734	84.086	14,80
1.500 a 3.000	1	753.300	149.200	89.688	15,79
3.000 a 6.000	1	1.089.201	254.682	152.812	26,90
> 6.000	1	1.561.861	356.028	213.613	37,60
Total catalogado	5	3.988.101	908.644	540.199	95,09
Total no catalogado	1	212.000	48.000	28.000	4,91
TOTAL GENERAL	6	4.200.101	956.644	568.199	100,00

CUADRO 8.3-5

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES POTASICAS POR SU RENDIMIENTO EN K₂O

Rendimiento %	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION		Porcentaje del total
			Concentrados ClK	Contenido K ₂ O	
> 88	3	2.945.171	699.022	414.258	72,90
85-88	1	753.300	149.200	89.688	15,80
83-85	1	289.630	60.422	36.253	6,39
Total catalogado	5	3.988.101	908.644	540.199	95,09
Total no catalogado	1	212.000	48.000	28.000	4,91
TOTAL GENERAL	6	4.200.101	956.644	568.199	100,00

CUADRO 8.3-6

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE SALES DE POTASA POR SU PRODUCTIVIDAD

Productividad t/jornal	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION		
			Concentrados ClK	Contenido K ₂ O	Porcentaje del total
> 30	2	2.651.062	610.710	366.425	64,50
20 a 30	0	—	—	—	—
10 a 20	2	1.042.930	209.622	125.941	22,16
< 10	1	294.109	88.312	47.833	8,43
Total catalogado	5	3.988.101	908.644	540.199	95,09
Total no catalogado	1	212.000	48.000	28.000	4,91
TOTAL GENERAL	6	4.200.101	956.644	568.199	100,00

8.3.3 GRUPO DE INSTALACIONES DE PREPARACION DEL ESPATO FLUOR

8.3.3.1 Generalidades

Las formas vendibles del espato flúor se encuadran dentro de tres grupos:

- Metalúrgico: El porcentaje en F_2Ca deberá ser superior al 60 por 100, una vez descontado del porcentaje analítico el porcentaje de $SiO_2 \times 2,5$.
- Cerámico: El contenido en F_2Ca deberá estar comprendido entre el 90 y 95 por 100, sin especificaciones de mayor importancia.
- Acido: El porcentaje en F_2Ca deberá ser superior al 97 por 100. La suma de sílice más calcio no sobrepasará el 1,5 por 100 y el azufre deberá ser inferior al 0,3 por 100.

La decisión de producir uno u otro tipo depende de varios factores: características del mineral, diseminación de la parte mineralizada en la ganga, leyes de las zafra, coyuntura del mercado, situación geográfica, etc.

Los procedimientos de concentración del espato flúor se extienden desde un sencillo estrío a mano y clasificación por tamaños hasta los sistemas de flotación. La producción de espato ácido requiere la utilización del sistema de flotación.

La concentración gravimétrica puede emplearse en la producción de espato metalúrgico, y hoy día la aplicación de la preconcentración por líquidos densos está favoreciendo notablemente el posterior tratamiento en flotación para la producción de espato ácido.

8.3.3.2 Clasificación de las instalaciones catalogadas desde el punto de vista de su sistema de tratamiento

Trituración y estrío a mano	1
Flotación	5
Líquido denso (preconcentración para flotación)	1
Líquido denso (sin flotación)	1
Desenlodado (preparación del mineral para otra planta de flotación)	1
Gravimetría	1
Total	10

De las instalaciones de flotación actuales y catalogadas hay dos que tienen en estudio la aplicación de líquidos densos como sistema preconcentrador.

Puede deducirse que la tendencia actual es la utilización de un sistema de preconcentración por líquidos densos, seguido de flotación.

8.3.3.3 Comentarios al cuadro 8.3-7

Se consignan las características principales de las instalaciones registradas en las fichas del PNEM y que representan menos del 50 por 100 de la actual producción.

El estudio del sector que nos ocupa en lo referente al campo de la concentración puede conducir a deducciones erróneas, pues han quedado sin registrar las instalaciones más importantes del primer productor de espato flúor: Minerales y Productos Derivados, S. A., MINERSA.

La consideración de dichas instalaciones hubiera tenido una incidencia favorable en las características generales del sector.

Se considera interesante, sin embargo, hacer las siguientes observaciones:

- Las instalaciones correspondientes a las fichas 544 y 545 son exclusivamente de pretratamiento, una por líquidos densos y otra por deslamado, enviando los productos obtenidos a la instalación 546 para su tratamiento por flotación.
- En el «Total no catalogado» se han tenido en cuenta las cifras facilitadas por el Servicio de Estadística del Ministerio de Industria.

8.3.3.4 Comentarios al cuadro 8.3-8

La falta antes señalada de las fichas correspondientes a instalaciones importantes se pone de manifiesto en el presente cuadro, donde no figuran provincias de importancia productora, como son Gerona y Almería, y que representan del orden del 30 al 40 por 100 de la producción total.

Únicamente se pone de manifiesto la importancia de la provincia de Oviedo, que seguirá en aumento ante el programa de nuevas instalaciones y ampliaciones que se están llevando a cabo.

CUADRO 8.3-7

INSTALACIONES DE PREPARACION DE ESPATO FLUOR

N.º de ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal t/24 h.	Tonelaje anual tratado	CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F_2Ca		Porcentaje total
					Acido	Metalúrg.	Acido	Metalúrg.	
189	Mina Petra	Vizcaya	144	6.000	—	900	—	540	0,92
224	San Eusebio	Madrid	100	9.000	3.000	—	2.910	—	2,17
324	Santa Cruz	Oviedo	200	48.758	14.978	—	13.909	—	10,30
325	Villabona	Id.	900	(En mon-taje)	—	—	—	—	—
510	Los Angeles	Sevilla	100	32.461	9.825	—	9.481	—	7,03
396	Mina Felisa	Oviedo	60	4.649	—	2.642	—	2.250	3,82
544	Caravia	Id.	800	226.317	—	117.190 *	—	46.876 *	—
545	La Collada	Id.	480	65.737	—	34.247 *	—	15.068 *	—
546	Pinzales	Id.	550	190.792	61.885	—	59.850	—	44,36
566	Mina Ana	Id.	350	102.000	17.430	—	17.137	—	12,70
Total catalogado				685.714	107.118	3.542	103.287	2.790	81,29
Total no catalogado (según estadísticas oficiales)				38.503	33.503	116.321	31.636	56.189	
TOTAL GENERAL					140.621	119.863	134.923	58.979	

* No se considera producción vendible. Son preconcentrados para su tratamiento en el lavadero de Pinzales.
Nota: No se catalogan 6 instalaciones.

DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE ESPATO FLUOR POR PROVINCIAS

Provincia	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F ₂ CA		PORCENTAJE TOTAL	
			Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrg.
Oviedo	7	638.253	94.293	2.642	90.896	2.250	67,36	3,82
Vizcaya	1	6.000	—	900	—	540	—	0,92
Madrid	1	9.000	3.000	—	2.910	—	2,16	—
Sevilla	1	32.461	9.825	—	9.481	—	7,03	—
Total catalogado	10	685.714	107.118	3.542	103.287	2.790	76,55	4,74
Total no catalogado ...	6	—	33.503	116.321	31.636	56.189	23,45	95,26
TOTAL GENERAL	16	—	140.621	119.863	134.923	58.979	100,00	100,00

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE ESPATO FLUOR POR SU CAPACIDAD

Capacidad nominal t/24 horas	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F ₂ CA		PORCENTAJE TOTAL	
			Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrg.
< 100	1	4.649	—	2.642	—	2.250	—	3,82
100-200	4	96.219	27.803	900	26.300	540	19,54	0,92
200-400	1	102.000	17.430	—	17.137	—	12,70	—
400-600	2	256.529	61.835	34.247 **	59.850	15.068 **	44,36	—
600-800	1	226.317	—	117.190 **	—	46.876 **	—	—
Total catalogado *	9	685.714	107.118	3.542	103.287	2.790	76,60	4,74
Total no catalogado ...	6	—	33.503	116.321	31.636	56.189	23,40	95,26
TOTAL GENERAL	15	—	140.621	119.863	134.923	58.979	100,00	100,00

* No se incluye la instalación de Villabona por estar en montaje.
 ** No se suman en la producción por ser instalaciones de preconcentración.

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE ESPATO FLUOR POR SU PRODUCTIVIDAD

Productividad t/jornal	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F ₂ CA		PORCENTAJE TOTAL	
			Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrg.
> 30	1	226.317	—	117.190 *	—	46.876 *	—	—
20-30	0	—	—	—	—	—	—	—
10-20	2	256.529	61.885	34.247 *	59.850	15.068 *	44,36	—
5-10	4	165.758	35.408	900	33.956	540	25,17	0,92
< 5	2	37.110	9.825	2.642	9.481	2.250	7,03	3,81
Total catalogado	9	685.714	107.118	3.542	103.287	2.790	76,56	4,73
Total no catalogado ...	6	—	33.503	116.321	31.636	56.189	23,44	95,27
TOTAL GENERAL	15	—	140.621	119.863	134.923	58.979	100,00	100,00

* No se suman en la producción por ser instalaciones de preconcentración.

8.3.3.5 Comentarios al cuadro 8.3-9

De los datos disponibles se observa una agrupación de instalaciones de capacidad comprendida entre 100 a 200 t/día. Otra pequeña agrupación entre las 400 y 600 y solamente una con capacidad superior a las 600 t/día.

En general, las instalaciones registradas son de capacidad baja, tendiendo a la media.

8.3.3.6 Comentarios al cuadro 8.3-10

Solamente existe una instalación con rendimiento superior a las 30 t/jornal, y corresponde a una instalación de preconcentración por líquidos densos.

Seis instalaciones, que representan el 32 por 100 de la producción catalogada, tienen un rendimiento inferior a las 10 t/jornal. Ello es exponente de falta de automatización en las instalaciones en marcha.

8.3.3.7 Comentarios al cuadro 8.3-11

Con un rendimiento en F₂Ca superior al 90 por 100 sólo existe una instalación, pero por ser exclusivamente de preconcentración por líquido denso no puede servir de pauta en su estimación.

Los rendimientos en las instalaciones de flotación catalogadas oscilan entre el 70 y el 90 por 100, y teniendo

en cuenta que estas instalaciones se dedican a la obtención de espato ácido, donde el contenido en F₂Ca debe ser superior al 97 por 100, dichos rendimientos pueden considerarse como muy aceptables.

A título de comparación se indica que en seis instalaciones controladas en Estados Unidos el rendimiento medio fue del 77 por 100.

CUADRO 8.3-11

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE ESPATO FLUOR POR SU RENDIMIENTO EN F₂Ca

Rendimientos Porcentaje	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F ₂ Ca		PORCENTAJE TOTAL	
			Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrg.
> 90	1	65.737	—	34.247 *	—	15.068 *	—	—
80-90	3	360.778	27.255	117.190 *	26.618	46.876 *	19.73	—
70-80	3	239.550	76.863	—	73.759	—	54.67	—
< 70	3	19.649	3.000	3.542	2.910	2.790	2,16	4,73
Total catalogado	9	685.714	107.118	3.542	103.287	2.790	76,56	4,73
Total no catalogado ...	6	—	33.503	116.321	31.636	56.189	23,44	95,27
TOTAL GENERAL	15	—	140.621	119.863	134.923	58.979	100,00	100,00

* No se suman en la producción por ser instalaciones de preconcentración.

8.3.3.8 Comentarios al cuadro 8.3-12

Es interesante observar que de las nueve instalaciones catalogadas, cinco tienen una antigüedad inferior a cinco años. Entre cinco y doce no existe ninguna y las cuatro

restantes están comprendidas entre los doce y los veinte años. De todas formas, ello es exponente de la juventud de esta minería y de la tendencia a la apertura de nuevas instalaciones.

CUADRO 8.3-12

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE ESPATO FLUOR POR SU ANTIGÜEDAD

Antigüedad en años	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION ANUAL					
			CONCENTRADOS		CONTENIDO EN F ₂ Ca		PORCENTAJE TOTAL	
			Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrgico	Acido	Metalúrg.
1 a 5	5	161.956	27.203	900	26.300	540	19,50	0,92
5 a 12	0	—	—	—	—	—	—	—
12 a 20	4	523.758	78.815	2.642	76.987	2.250	57,05	3,81
Total catalogado	9	684.714	106.018	3.542	103.287	2.790	76,55	4,73
Total no catalogado ...	—	—	33.503	116.321	31.636	56.189	23,45	95,27
TOTAL GENERAL	—	—	139.521	119.863	134.923	58.979	100,00	100,00

8.3.4 GRUPO DE INSTALACIONES DE PREPARACION DEL CAOLIN

8.3.4.1 Consideraciones generales

Los yacimientos de caolín, bien sean primarios o sedimentarios, presentan características comunes: las zafras obtenidas se componen principalmente de arenas cuarcíferas, restos de feldespatos, micas, turmalinas, ilmenita, óxidos de hierro y caolín.

Un estudio de los diversos tramos granulométricos en que se puede descomponer una zafra cualquiera señalaría que las arenas cuarcíferas se extienden desde las 50 micras hacia arriba, los feldespatos y las micas entre las 15 y las 80 micras, las turmalinas y la ilmenita se reparten

indistintamente con tendencia a los finos y, por último, los óxidos de hierro y el caolín se extienden desde las 30 micras hacia abajo, siendo tanto más puro el caolín contenido cuanto menor es su tamaño. El problema fundamental de la preparación del caolín se basa, por lo tanto, en obtener una buena y eficaz separación diferencial por tamaños.

Como es necesario llegar al campo de la separación de las 20 micras, y aun menos, los sistemas mecánicos, como son los vibrotamices, escapan del campo de su utilización.

Basado en leyes de sedimentación se consiguen ya importantes mejoras en la preparación del caolín, pero ha sido la aplicación de la técnica de los hidrociclones la que ha permitido dar un notable paso en ese campo.

La aplicación combinada de sedimentación-ciclado-ultraflotación-blanqueo químico y centrifugado es la tendencia de las nuevas técnicas en la preparación del caolín. Son muchos y muy variables los factores que deben tenerse en cuenta para el estudio de la aplicación de un determinado caolín: granulometría natural, índice de blancura, plasticidad, viscosidad, pH, poder de absorción de grasas y tintas, coeficientes de resistencia después de la cocción, forma de los cristales, presencia de impurezas residuales, brillo, etc. Solamente después de un estudio detallado de estas características podrá decidirse la posible aplicación o aplicaciones del caolín beneficiado, así como su esquema de tratamiento. Se puede ya adelantar que en ninguna de las instalaciones registradas en fichas del PNEM se siguen técnicas adecuadas y modernas para conseguir altas calidades de caolín, si bien se sabe que la materia prima disponible, es decir, las zafras explotadas, contienen muchas de ellas caolines, donde una eficaz preparación las convertiría en caolines de alta calidad. Ello trae como consecuencia nuestra tendencia a exportar caolines baratos e importar unas 70.000 t/año de caolines caros. En los cuadros sucesivos se irá analizando la situación de nuestras instalaciones, que reflejan su falta de calidad y eficiencia.

8.3.4.2 Comentarios al cuadro 8.3-13

Instalaciones de preparación de caolín:

Se han obtenido los datos de 22 instalaciones. Se observa también el defecto señalado de los otros grupos de minerales: la producción obtenida en las 22 instalaciones catalogadas no representa ni el 50 por 100 de la producción total. Se debe, sin embargo, hacer constar lo siguiente: dentro de las instalaciones no catalogadas, tres de ellas producen al año unas 80.000 toneladas de caolín vendible, es decir, más del doble de las instalaciones catalogadas, agrupándose aquéllas en las provincias gallegas.

Del examen del cuadro analizado se deduce como característica general la pequeñez de las industrias productivas y su mal aprovechamiento.

Excepto una de las instalaciones catalogadas, ninguna utiliza sistemas de ciclado, blanqueo químico, etc., es decir, existe una ausencia total de técnica aplicada a la preparación de este mineral.

Como consecuencia, miles de toneladas de caolín por estos defectos señalados deben utilizarse en cerámica barata, debiendo nuestras industrias papeleras recurrir a la importación.

CUADRO 8.3-13

INSTALACIONES DE PREPARACION DE CAOLIN

Número de ficha PNEM	Nombre de la instalación	Provincia	Capacidad nominal Tm/24 hrs.	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION	
					Caolín t/año	Arenas silíceas t/año
73	Rafael Blanc	Teruel	24	3.600	540	2.800
74	El Villar	Id.	30	—	—	—
230	Sicasa	Cuenca.....	240	20.000	3.000	16.400
231	Carbín, S. L.	Id.	15	1.000	100	880
232	Caolina, S. A.	Id.	450	36.000	4.500	29.250
233	Gusba, S. L.	Id.	200	18.500	2.700	14.760
234	San José	Id.	120	12.000	1.800	9.840
235	Herráiz	Id.	180	15.000	2.250	12.300
237	Casocipa, S. A.	Id.	210	17.500	2.625	14.350
239	Víctor Nalda, S. A.	Id.	240	8.650	1.122	6.038
370	Minas del Centro, S. A.	Id.	400	25.000	4.000	17.500
520	Castañó Martín	Burgos	192	20.000	1.500	18.500
521	Caolines del Norte, S. A.	Id.	216	21.500	2.500	19.000
76	Silices y Caolines de Aragón	Teruel	50	8.460	846	4.230
347	Antonio López	Valencia	120	16.800	3.864	10.416
348	José María Lapiedra	Id.	58	5.460	336	4.284
350	Hijos de Rafael Silvestre	Id.	66	6.160	554	4.928
355	Carpintero	Id.	105	9.800	980	7.840
357	Sorio	Id.	80	10.080	806	7.258
366	Salvador Lapiedra	Id.	64	11.200	1.120	7.840
368	Juan Pablo Mínguez	Id.	90	8.400	1.008	5.712
369	Faubel	Id.	90	12.600	1.000	8.190
TOTAL GENERAL				287.685	37.151	222.316

8.3.4.3 Comentarios al cuadro 8.3-14

Debido a la ausencia de las fichas correspondientes a los lavaderos gallegos, no figura esta región, que es la mayor productora de caolín de España.

El resto de las instalaciones se agrupan en cuatro

provincias, donde existen claros afloramientos e importantes reservas del tramo geológico del Albense de nuestro Sistema Ibérico.

En todas las instalaciones catalogadas se trata caolín sedimentario.

DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE CAOLIN POR PROVINCIAS

Provincia	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION		Porcentaje del total de caolín
			Caolín t/año	Arenas silíceas t/año	
Burgos	2	41.500	4.000	37.500	13,30
Cuenca	9	153.625	22.097	121.318	17,70
Teruel	3	12.060	1.386	7.030	1,45
Valencia	8	80.500	9.668	56.468	8,00
Total catalogado	22	287.685	37.151	222.316	30,45
Región gallega *			84.000	—	69,55
TOTAL GENERAL			121.151	—	100,00

* Cantidad estimada.

8.3.4.4 Comentarios al cuadro 8.3-15

Para poner de manifiesto lo anteriormente expresado hemos clasificado en este cuadro las instalaciones por su capacidad nominal.

Solamente dos instalaciones tienen capacidades nominales comprendidas entre 400 y 500 t/día.

Diez instalaciones son de capacidad inferior a 100 t/día, pero, además de la pequeñez manifiesta de las mismas, su utilización, en conjunto, no supera el 30 por 100, es decir, se trata menos de la tercera parte de lo que podría tratarse en una marcha racionalmente ordenada. Tiene,

sin embargo, una explicación: los caolines producidos son de baja calidad y existe una saturación en el mercado, ya que su campo de aplicación es limitado a las cerámicas sanitarias e industrias de azulejos.

En resumen: hay sobrante de caolín de baja calidad y se necesita importar 70.000 t/año de calidades superiores, todo ello debido al mal tratamiento de las zafra explotadas.

No se han confeccionado más cuadros por considerar los expuestos como bastante significativos del estado del sector considerado.

CUADRO 8.3-15

CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION DE CAOLIN POR SU CAPACIDAD NOMINAL

Capacidad nominal t/24 horas	Número de instalaciones	Tonelaje anual tratado	PRODUCCION		Porcentaje del total de caolín
			Caolín t/año	Arenas silíceas t/año	
400 a 500	2	61.000	8.500	46.750	7,00
300 a 400	0	—	—	—	—
200 a 300	5	86.125	11.947	70.548	9,52
100 a 200	5	73.600	10.394	58.896	8,60
< 100	10	66.960	6.310	46.122	5,33
Total catalogado	22	287.685	37.151	222.316	30,45
Total no catalogado *	3	—	84.000	—	69,55
TOTAL GENERAL	25	—	121.151	—	100,00

* Cantidad estimada correspondiente a la región gallega.

8.3.5 GRUPO DE INSTALACIONES DE PREPARACION DE FELDESPATOS

8.3.5.1 Consideraciones generales

Solamente se han presentado dos fichas de instalaciones de molturación de feldespatos. Por ello no se considera oportuno la confección de cuadros sinópticos, pero sí hacer algunas consideraciones sobre este sector.

Las tendencias y técnicas modernas de preparación del feldespato son aún desconocidas en España.

Las instalaciones existentes —catalogadas y no catalogadas— se reducen a efectuar: un estrío a mano, una trituración y molienda y una clasificación. No se aplica sistema alguno que trate de eliminar los minerales clásicos que acompañan al feldespato: los cuarzos, las micas

y diversos minerales portadores de hierro. Con sólo revisar las realizaciones llevadas a cabo en países típicamente productores (Noruega y Finlandia) puede deducirse la precaria situación que en este sector ofrece la minería española; y no es debida esta situación a la inexistencia de yacimientos y reservas, pues claramente las zonas feldespáticas de Córdoba, Avila, Salamanca, Zamora y región gallega son más que suficientes para basar sobre ellas importantes explotaciones. Pero también es cierto que no puede ya pensarse en producir feldespato de la forma que, hasta el momento, se viene haciendo. Es necesario garantizar calidades y constancia de los productos vendibles, y esto solamente se logra con unidades de producción de cierta magnitud y con la aplicación de técnicas especiales, como son la flotación diferencial.

En resumen: no existen en España verdaderas instalaciones de preparación de feldespatos. Puesto que la existencia de yacimientos es manifiesta, y teniendo en cuenta que los países que integran el mercado común son deficitarios de feldespatos, podría ser momento coyuntural excelente la creación de alguna unidad productiva que abasteciese eficientemente el mercado español con miras también a interesantes exportaciones.

8.3.6 GRUPO DE INSTALACIONES DE SALES SODICAS O SAL COMUN

8.3.6.1 Generalidades y clasificación de las fichas catalogadas

Las 49 instalaciones que han sido objeto de ficha del PNEM totalizan una producción de 1.169.300 t.

La división inicial que puede establecerse se hace de acuerdo con el origen de la materia prima:

— Instalaciones marinas	39
— Instalaciones terrestres	10
Total	49

La clasificación por el tonelaje producido es la siguiente:

	Marinas	Terrestres
> 50.000 t/año	4	0
50.000 a 30.000	4	1
30.000 a 20.000	2	2
20.000 a 10.000	14	2
< 10.000	15	5
TOTAL	39	10

Destaca la producción de las Salinas de Torreveja y La Mata, con una producción de 376.500 t/año, que representa el 32 por 100 de la producción total.

Desde el punto de vista de instalaciones de tratamiento, las marinas se reducen a un sistema disgregador y clasificadoras. Sin duda alguna, destaca también las Salinas de Torreveja, por su técnica y gama de productos vendibles.

8.4 INSTALACIONES EN CONSTRUCCION, PROYECTO O MODERNIZACION

8.4.1. TENDENCIAS DEL SECTOR

De las 113 instalaciones catalogadas, 18 indican tener en estudio o proyecto ampliaciones o modernizaciones.

Destaca el grupo de sales potásicas, donde son muy interesantes las ampliaciones que proyectan: Potasas de Navarra, Potasas Ibéricas, Potasas de Suria y Unión Explosivos Río Tinto, es decir, cuatro de las instalaciones catalogadas serán ampliadas en un futuro próximo.

Excepto Potasas de Navarra, que su ampliación se hace con una planta de disolución, las restantes empresas instalan todas ellas nuevas flotaciones.

En cuanto al espato flúor, existen también tendencias reactivadoras. Así, es interesante considerar la instalación

de Minas de Villabona, donde se ha montado un sistema de concentración por líquidos densos que tratará 800 t/día.

También las sociedades Minersa y Fluoruros, S. A., proyectan ampliaciones o modernizaciones, como son la intercalación de sistemas de preconcentración por líquidos densos en sus actuales lavaderos de flotación.

Las investigaciones que dentro del campo del espato flúor vienen realizándose darán motivo, sin duda alguna, a la construcción de nuevas instalaciones.

En el grupo del caolín, la desorientación es grande. Los pequeños productores se limitan a obtener bajas calidades y la demanda tiende a disminuir, con lo que los stocks de sus almacenes aumentan y su situación financiera se hace difícil.

Los mayores productores, con técnicas más depuradas y produciendo mejores calidades, colocan toda su producción, si bien, como ya se ha indicado anteriormente, estos productores se concretan a la región gallega y sus caolines, por determinadas características, son difíciles de aplicar a la industria papelera.

En resumen: los caolines de Cuenca, Teruel y Valencia son aptos en su mayor parte para la industria papelera —que es la que mayores importaciones realiza—, pero es necesario acometer fuertes inversiones con técnicas muy depuradas y los actuales productores no están en situación para la realización de este programa. Los productores de la región gallega tienden a la mejora de sus producciones, pero limitados al campo cerámico, pues sus caolines sólo se pueden aplicar a la industria papelera en muy pequeña proporción.

En el grupo de feldespatos el camino que falta aún por recorrer es total. Los actuales productores no parece tiendan a mejorar ni a proyectar nuevas instalaciones, lo que podrá ocasionar dificultades crecientes en la colocación de sus productos.

El grupo de las arcillas —bentonitas, sepiolitas y attapulgitas— sigue, en general, marcha ascendente, si bien se acusa la falta de investigaciones apropiadas. Destaca dentro del grupo la actividad de Minas de Gádor, S. A., si bien las calidades de las bentonitas dejan aún algo que desear. No se proyectan ampliaciones o modernizaciones dignas de mención.

En el grupo de las baritas se acusa también cierta desorientación, que se basa en la inseguridad de nuestros yacimientos. De las tres instalaciones catalogadas no se pueden deducir datos concretos. De todas formas, las técnicas aplicadas a la preparación de las baritas se resumen a desenlodados, trituración y molienda. En muy pocos casos se hace una verdadera concentración y solamente en un caso se hace un tratamiento químico de blanqueo. Las técnicas de micronización no están aplicadas en ningún caso. Para el desarrollo del sector se necesitarían investigaciones más intensas y, con una seguridad de reservas, acometer instalaciones técnicamente más perfectas.

Dentro del grupo de la sal gema o sal común, sólo se anuncia una ampliación interesante en las Salinas de Torreveja.

En cuanto al grupo de las magnesitas, si bien la información proporcionada por las fichas del PNEM —solamente se ha recibido una— es muy deficiente, sin embargo, se puede señalar que existen tendencias a la ampliación y mejora de las instalaciones.

También es verdad que el momento coyuntural es favorable al mercado, puesto que las magnesitas chinas han disminuido notablemente su producción.

8.5 INCIDENCIA SOBRE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES DE PREPARACION

De las 113 instalaciones catalogadas, excluyendo las 49 dedicadas a la obtención de sal gema, las restantes se distribuyen desde el punto de vista del sistema de tratamiento en los siguientes grupos:

Instalaciones con tratamiento por vía húmeda.	48
Instalaciones con tratamiento por vía seca	16
Total	64

Con base en la información de que se dispone, las instalaciones pertenecientes al primer grupo se pueden catalogar de la siguiente forma:

Vía húmeda:

Con recuperación o tratamiento de aguas residuales	37
Con vertido a cauces públicos sin tratamiento.	11
Total	48

Vía seca:

Con captación de polvos	7
Sin captación de polvos	9
Total	16

El peso de los datos anteriores es muy relativo y lo cierto es que muchas de las llamadas «instalaciones de recuperación y tratamiento de aguas residuales» se reducen a unas pequeñas balsas de decantación con que cubren el expediente ante la Administración. En este sentido, la policía minera debería actuar con más severidad, comprobando que dichas instalaciones auxiliares son verdaderamente eficaces.

En resumen: de las 64 instalaciones consideradas pueden producir contaminación ambiental o enturbamiento de aguas públicas veinte de ellas, es decir, el 31 por 100.

8.6 RECOMENDACIONES

La heterogeneidad del grupo imposibilita redactar unas conclusiones o recomendaciones generales para el sector de la preparación de minerales no metálicos. Por ello, se considera conveniente agrupar estas recomendaciones en la forma siguiente:

8.6.1 GRUPO DE SALES POTÁSICAS

Las técnicas empleadas en la preparación de las sales potásicas españolas pueden considerarse están a la altura de las técnicas internacionales. Los dos sistemas ya clásicos de preparación —disolución y flotación— se aplican de acuerdo con las ventajas que uno u otro puedan tener, dependiendo del tipo de mineral en cuestión. Hay, sin embargo, tendencia a la aplicación del método de flotación.

Los programas de ampliación y nuevos proyectos de instalaciones permiten augurar un desarrollo creciente de acuerdo con las posibilidades del mercado.

8.6.2 GRUPO DEL ESPATO FLUOR

Las investigaciones que sobre este mineral se llevan a cabo, es posible pongan de manifiesto nuevas zonas de explotación. La experiencia y práctica en la concentración

de estos minerales deberá tenerse muy en cuenta en las nuevas instalaciones. Deberá estudiarse, en determinadas instalaciones, la posibilidad de peletización.

Debe concederse más atención al tratamiento de las aguas residuales.

En general, se puede afirmar que los sistemas de tratamiento empleados son correctos y hacen uso de las tecnologías modernas.

8.6.3 GRUPO DEL CAOLIN

Las instalaciones existentes, salvo raras excepciones, están desprovistas de técnicas adecuadas para agotar las posibilidades presentes en la materia prima disponible.

Debe acometerse la realización de estudios tecnológicos de las posibilidades de preparación de todos los caolines españoles.

Podría suspenderse la aprobación de proyectos de nuevas instalaciones en tanto no se demuestre han sido estudiadas las posibilidades de aprovechamiento máximo que las zafas explotadas presenten.

Tratar de agrupar pequeños productores, especialmente de las zonas de Cuenca y Valencia, con objeto de poder reunir reservas suficientes en donde basar unidades productivas de más capacidad.

Tener en cuenta, ante la realización de un posible programa general, los estudios e investigaciones realizadas por el Instituto de Cerámica y Vidrio y determinados centros de investigación de la universidad española.

8.6.4 GRUPO DEL FELDESPATO

La mayoría de las instalaciones existentes no pueden garantizar productos de calidad ni constancia en su composición química.

Realización de estudios tecnológicos y ensayos prácticos sobre las posibilidades de preparación de feldespatos de determinadas regiones.

Realización de un estudio de mercados —incluyendo países del Mercado Común— del cual pueda deducirse la viabilidad de dos o tres explotaciones a gran escala.

8.6.5 GRUPO DE LAS ARCILLAS

La preparación de arcillas en España está aún en estado incipiente. Solamente las bentonitas de la sierra de Gádor y de las zonas de Vallecas y Barajas presentan explotaciones de cierta importancia.

Su necesario desarrollo deberá basarse en estudios geológicos más intensos, así como estudios de laboratorio que permitan la identificación completa de las especies mineralógicas y, en consecuencia, determinar su tratamiento y aplicaciones.

8.6.6 GRUPO DE LA BARITA

Deberá estudiarse la posibilidad de la preparación integral de nuestras baritas. Un elevado porcentaje de nuestra producción se exporta prácticamente en bruto y a bajo precio. El país receptor realiza determinadas operaciones y coloca en el mercado multiplicando por cuatro o cinco su precio de origen.

El desconocimiento de las posibilidades de nuestros yacimientos impide un mayor desarrollo de las instalaciones de preparación ante la inseguridad de la inversión. Sería interesante realizar más investigaciones geológicas dentro de este sector.

9. PREPARACION DE ROCAS INDUSTRIALES

9.0 INTRODUCCION

Este sector es amplísimo y uno de los que más crecimiento han tenido en los últimos años con el incremento en la construcción de viviendas y en la realización de obras públicas, embalses, carreteras, autopistas, etc.

La preparación en el sector ha evolucionado fuertemente y ha pasado desde unas realizaciones manuales, de hace unos años, a operaciones mecánicas que han reducido notablemente la mano de obra y los costes.

El número de instalaciones que han suministrado los datos necesarios han sido de 271, que representan un 22 por 100 de las existentes en el sector. A última hora se dispuso de los de unas 70 más, pero ya sin tiempo para incluirlos en esta monografía.

Las exigencias de preparación en este sector son bastante limitadas, dada la calidad de los materiales de que se ha dispuesto hasta ahora; fundamentalmente se trata de eliminar por cribado, o a veces lavado, unos tamaños en los que se concentran los productos indeseables y, al mismo tiempo, conseguir unas fracciones adecuadas para su manipulación posterior (hornos de cal o yeso), o para su combinación adecuada en hormigón o pavimento, por ejemplo.

9.1 MATERIALES CONSIDERADOS

Los materiales considerados comprenden:

- Las materias primas para cemento artificial, calizas y margas.
- Las materias primas para cemento natural, como son las calizas margosas; también se incluyen aquí las puzolanas, aunque únicamente se ha dispuesto de datos de una instalación.
- Las calizas utilizadas para la fabricación de cales de diferentes calidades.
- Los yesos en sus distintas variedades.
- Las arenas silíceas y los cuarzos.
- Las dolomías para fabricación de refractarios, áridos y sales magnésicas.
- Los áridos de calizas con su enorme importancia.
- Los áridos de rocas graníticas.
- Los áridos de areniscas.
- Las graveras.
- Los cantos rodados.
- Las dolomías empleadas en fabricación de pavimentos.

- Los pórfidos.
- Los basaltos.
- Las grauwacas.
- Las cuarcitas y pizarras.
- El mármol.
- La ofita.

9.2 INSTALACIONES ACTUALES

9.2.1 ALCANCE DE LA ENCUESTA

La encuesta se realizó a través de las Secciones de Minas de las Delegaciones provinciales del Ministerio de Industria y los datos disponibles son sólo parciales, de forma que esta primera versión deberá ser completada y revisada en el futuro.

El formulario elaborado para la encuesta es el que corresponde a la ficha de Rocas, cuyo modelo se acompaña como anejo.

Los resultados de la encuesta dejan que desear en cuanto a:

- aceptación y contestación a la misma;
- aportación de datos de maquinaria y funcionamiento;
- en algunos casos, cifras reales de la producción.

No obstante, se pueden considerar como un primer intento, positivo, que facilitará los futuros contactos en cuanto se vea que los resultados van en beneficio del sector.

A continuación se indicarán las instalaciones que contestaron a la encuesta. Se han agrupado en los cuadros 9.2-1 a 9.2-7.

- Materias primas para cemento artificial.
- Materias primas para cemento natural.
- Materias para cales.
- Yesos.
- Dolomías.
- Arenas silíceas.
- El gran grupo de los áridos.

Dentro de cada sustancia se han agrupado por orden alfabético de provincias y dentro de cada provincia se mantiene también un orden alfabético.

RELACION DE INSTALACIONES.—MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO ARTIFICIAL

Nombre	Localidad	Provincia
Gata de Teulada	Toulada	Alicante
Serreta Larga	Alicante	»
Clot del Moro/260	Castellar de Nuch.	Barcelona
Extracción y trituración	San Feliú de Llobregat	»
Peña Blanca	Moncada - Rexach	»
Turo Moncada/114	Sitges	»
Vallcarta	Córdoba	Córdoba
Valdeazores	San Sebastián	Guipúzcoa
Arrobieta	Andosin	»
Buruntza	Motrico	»
Olatz	Deva	»
Urberuaga	Deva	»
Usabiartza	Torredonjimeno	Jaén
Peña Bermeja	Sarroca de Belleza	Lérida
Lladó/436	Sarroca de Belleza	»
Más de Serra/487	Corullón	León
Corullón	Hontoria del Cerrato	Palencia
Cementos Hontoria	Valdeolea	Santander
Alfa	Morón de la Frontera	Sevilla
Canteras de caliza	Las Cabezas de San Juan	»
Instalación de machaqueo	Villanueva de Río y Minas	»
Fábrica de cemento	Morón de la Frontera	»
La Bruja	Acalá de Guadaira	»
Piedra Hincada	Alcanar	Tarragona
Trituración de caliza	Lemoria	Vizcaya
Monte Murguía	Mezalocha	Zaragoza
Fábrica de cementos		
Total veintisiete instalaciones.		

CUADRO 9.2-2

RELACION DE INSTALACIONES.—MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO NATURAL

Nombre	Localidad	Provincia
El Pujol	Petra	Baleares
Es Puigden Bou	Sineu	»
La Brava	San Juan	»
La Peña	San Juan	»
María	Porreros	»
Ne Pelada	Montuín	»
San Antonia	María de la Salud	»
Son Not	Artá	»
Penal Blanc	Son Servera	»
Son Cotonoret	Palma	»
Son Olivaret	Alasa	»
El Sapillo-1	Martos	Jaén
El Sapillo-2	Martos	»
Siverio	Villa de Arico	Tenerife
Adelaida	Tivernys	Tarragona
Borras	Tivernys	»
Juanita	Benifallet	»
Total diecisiete instalaciones.		

RELACION DE INSTALACIONES.—CALIZAS PARA CALES

Nombre	Localidad	Provincia
Els Casals/808	Olesa de Bonesvall	Barcelona
Cantera	Limpías	Santander
El Encinal	Valdeolea	»
El Mesón	Camargo	»
Los Carasoles	Ribarroja	Valencia
La Pedrera-Chilches	Valencia	»
Total seis instalaciones		

CUADRO 9.2-4

RELACION DE INSTALACIONES.—YESOS

Nombre	Localidad	Provincia
Yesos Albacete	Albacete	Albacete
Guixe/675	Barcelona	Barcelona
Las Cuestas	Belorado	Burgos
Molle/207	Lérida	Lérida
Plana de Adani/240	Alfarrás	»
Yesos Jovell	Artesa de Segre	»
La Tahona	Arenas de Iguña	Santander
Mina de Uria	Orduña	Vizcaya
Total ocho instalaciones.		

CUADRO 9.2-5

RELACION DE INSTALACIONES.—DOLOMIAS

Nombre	Localidad	Provincia
Abrasivos y áridos Fuga Esperanza	Maracena	Granada
La Concha y Bezana	Solís, Concejo de Corvera	Oviedo
Mina Inés La Calva	Camargo	Santander
Planta de Montehano	Camargo	»
	Escalante	»
Total cinco instalaciones.		

CUADRO 9.2-6

RELACION DE INSTALACIONES.—ARENAS SILICEAS Y CUARZO

Nombre	Localidad	Provincia
Arenas silíceas del Pantano del Ebro	Valle de Valdebezana	Burgos
Mendiguri	Albaina	»
Cañada de la Torola	La Zubia	Granada
Los Libreros	La Zubia	»
Cañada de los Friscos	La Zubia	»
Monte Cabula	Cájar	»
Asunción 1 y Asunción 2	Bérriz	Vizcaya
Ignacio	Sopelana - Urduliz	»
Todos los Santos	Guecho	»
Desenlodado de cuarzo	San Felices de Buelna	Santander
Total diez instalaciones.		

RELACION DE INSTALACIONES.—ROCAS PARA ARIDOS

Nombre	Localidad	Provincia	Nombre	Localidad	Provincia
			Graveras de Espisa, SL	Espinosa de Juarros	Burgos
			Cantera Villalain	Villalain	»
			Los Llanos	Miranda de Ebro	»
			Tras Ocejbas	Maltrana de Mena	»
			Los Llanos	Miranda de Ebro	»
			El Carel	Caniego de Mena	»
			Los Llanos	Miranda de Ebro	»
			El Remolino	Miranda de Ebro	»
			Santa Marina	Miranda de Ebro	»
			El Higuero	Medina Sidonia	Cádiz
			El Berruoco	Medina Sidonia	»
			Las Pillas	Medina Sidonia	»
			Carabina	Chiclana	»
			Villarreal	Villarreal	Castellón
			Casilla del Aire	Córdoba	Córdoba
			Cantera la Estrella	Espiel	»
			Cantera Orive	Córdoba	»
			Candame	Arteijo	Coruña
			Canteras Ferrolanas	El Ferrol del Caudillo	»
			Sampayo	Lousame	»
			Massanet	Massanet de la Selva	»
			Cañada de la Tarola	La Zubia	Gerona
			Monte Cabula	Cájar	Granada
			Dologan	Huétor de Santillán	»
			La Flor	Beas de Granada	»
			María del Carmen II	Beas de Granada	»
			María José	Beas de Granada	»
			Haza del Rey	Huétor de Santillán	»
			Los Libreros	La Zubia	»
			Cañada de los Friscos	La Zubia	»
			Perpetuo Socorro	Loja	»
			Cantera de Antzieta	San Sebastián	Guipúzcoa
			Auxo-Chiquia	Tolosa	»
			La Tinajita	Gibraleón	Huelva
			Tariquejo	Cartaya	»
			La Zorra	Gibraleón	»
			Los Rivas	Niebla	»
			Coto Moreno	Niebla	»
			La Dehesa	Aracena	»
			Melchor	Riotinto	»
			La Tripolitana	Martos	Jaén
			Gravera Los Vélez	Jaén	»
			La Despreciada	Vilches	»
			Pilar de la Dehesa	Martos	»
			Los Arenales	Jamilena	»
			Cerro Colorado	Jaén	»
			El Calvario	Torre del Campo	»
			Las Quebradas	Jaén	»
			Ntra. Sra. de la Concepción	Fuensanta de Martos	»
			Cerro Sto. Nicasio	Martos	»
			Cantera La Caliza	Cabrillanes	León
			Puertas Bajas	La Robla	»
			Cantera Montote	Brazuelo	»
			Cifera La Vid. Cante- ra RENFE	Cifera y La Vid	»
			Caleras Berclanas, SL	Carucedo	»
			Peña del Cura	La Robla	»
			Carrozal	Villamanin	»
			El Cerrón	Ciempozuelos	Madrid
			El Cazorro	Arganda	»
			Mar y Ríos	Campo Real	»
			Valdegotas	Morata de Tajuña	»
			Barranco de la Cueva	Valdeleche	»
			Gravera Muñoz e Hija	Arganda	»
			Cantera El Soto	Velilla de S. Antón	»
			Gavea Rivas	Velilla de S. Antón	»
			Gravera Blanco	Arganda del Rey	»
			Algezares (Ladera de la Gama)	Murcia	Murcia
			Hoya de San Roque	Blanca	»
			Cantera de Covadilla	Algezares	»
			Cuello de la Tinaja	Murcia	»
			Cabezo Negro	Calasparra	»
			Cantera de Jagoaza	El Barco de Valdeorras	Orense
Cantera «Venta Lenda»	Apodaca (Cigoitia)	Alava			
El Torco	Nanchares de la Oca	»			
Cantera «Cerro del Buitre»	Abacete	Albacete			
Barranco Filaeas (Forna)	Forna - Adsubia	Alicante			
Partida Alberri - Co-centaina (Barranco de Mori Vicent)	Cocentaina	»			
Forna	Adsubia	»			
Loma Alta	Boqueras	»			
El Castelar	Alcoy	»			
Murón del Pantano	Elche	»			
El Collado	Alcoy	»			
Garganta Gata Teulada	Teulada	»			
Mos del Bou	Albatera	»			
Cantera Sierra Carija	Mérida	Badajoz			
El Castillo	Los Santos de Maimona	»			
El Castillo	Los Santos de Maimona	»			
S'Estremera	Buñola	Baleares			
Es Menut Nou	Manacor	»			
Santa Bárbara	Alayor	»			
Can Chumeu	San José	»			
Montesión	Porreras	»			
Coll de Sa Grave	Montuini	»			
Son Amati	Porreras	»			
Es Canal d'es Capita	Ibiza	»			
La Suerte Tercera	Palma	»			
Can Voltad	El Arenal	»			
Son Puig	Valdemosa	»			
Sontey	Sineu	»			
San José	Alayor	»			
Vini Guarda Nou	Alayor	»			
Santa Bárbara	Ibiza	»			
Son Quint	Palma	»			
Son Amat II	Porreras	»			
Guillermo Timoner Barceló (La Cavana)	Manacor	»			
Can Parentona	San Antonio Abad (Ibiza)	»			
Cas Sabons's	Sineu	»			
La Taulera	Palma	»			
Can Roselló	Palma	»			
Cantera Segui	Alayor	»			
Toro	Mercadal	»			
Son Barba	La Puebla	»			
San Francisco	Palma	»			
Ytong Barcelona, SA	Gavá	Barcelona			
Rocs Blancs n.º 1.209 (Cantera caliza)	Gavá	»			
Vallensana	Badalona	»			
Solacuesta	Olmos de Atapuercas	»			
Berta I - n.º 9 cantera de granito	S. Cugat del Vallés	»			
Cantera de caliza denominada MAS PAS-COLL n.º L. 05, instalación de machaqueo y clasificación	Caldas de Montbuy	»			
Canteras Castellet, expediente núm. 843	Tarrasa	»			
Instalación de tratamiento de áridos calizos	Sitges	»			
Cantera Vallbona	Sitges	»			
El Rivero	Merindad de Montija (El Rivero)	Burgos			
Aridos del Arlanzón	Burgos	»			
Tamisa	Los Ausines	»			
Graveras Salz Hnos.	Castriello del Val	»			
Cantera de Temiño	Temiño	»			

Nombre	Localidad	Provincia	Nombre	Localidad	Provincia
Silices de La Cuesta . Preparación de caliza.	Salas	Oviedo	Monte Umba	Lujua	Vizcaya.
La Cabrera	Velilla del Río Carrión	Palencia	Albizuri	Zaldívar	»
Peña Torquilla.....	Villaescusa de Ecla (término de la Cabrera).....	»	Castrejana - Ermular .	Bilbao	»
Excavaciones, áridos y hormigones Antolín.	Guardo y Velilla del Río Carrión	»	Alperdo	Mañaria	»
Mármoles del Brezo ...	Willamuriel	»	Minas San Miguel-Begoña y Catalina	Avanto y Ciérvana-Gallarta	»
Peña Mayor, enclavada en la Veguilla-Reocín	Velilla de Tarilonte - Santibáñez de la Peña	»	Zalloyenta	Mañaria	»
Cantera La Encina ...	Reocín	Santander	Cantera Los Pilares .	Trucios	»
Monte Teja	Medio Cudeyo	»	Canteras Peñascal .	Bilbao	»
La Blanca	Camargo	»	Cantera Peñaforua ...	Guernica	»
El Castillo	San Felices de Buelna.....	»	Reloj	Gúeñes	»
Trituración y clasificación de áridos	San Felices de Buelna.....	»	Acharrea	Gauteguz de Artea	»
El Sorbal.....	Medio Cudeyo	»	Azarraga	Gauteguz de Artea	»
Cantera Mazalona	Castro Urdiales	»	Chaparro	Bilbao	»
Cantera Resamano	Santofía	»	Cantera Ermular	Bilbao	»
Cantera de caliza San Martín	Camargo	»	Cantera Matilde	Avanto y Ciérvana-Gallarta	»
Candesa	Castro Urdiales	»	Coto minero Primitiva.	Bilbao	»
La Peña - Eugenio	Santofía	»	Barrancoaga	Fruniz	»
Instalación de machaqueo para la obra CN - IV, tramo Carmona - Sevilla	Camargo	»	Aizmendi	Marquina	»
Pitrasa	Santander	»	Cantera Carnaval	Zarátamo	»
Ferrereta	Sevilla	Sevilla	Muchate	Mañaria.....	»
Cantera «El Lorito», núm. 300	Vandellós	Tarragona	Instalación de machaqueo y clasificación .	Ortuella	»
Cantera de Los Pasitos	Amposta	»	Señalariaga	Berango	»
Fabricación de áridos.	Tarragona	»	Total ciento noventa y ocho instalaciones.		
Machaqueo de piedra caliza «El Estrecho».	Sta. Cruz de Tenerife	Tenerife			
Almague	El Rosario - Santa Cruz	»			
Buenavista.....	Andorra.....	Teruel			
De Eduardo	Alfarp	Valencia			
Partida de Gausa	Torrente	»			
Barranco Los Fralles .	Torrente	»			
Polvos y mármoles de Gabarda.....	Sagunto	»			
Tosal	Oliva	»			
Cantera Raco MASIP (Real de Gandía) ...	Gabarda	»			
Graveras del río Magro, S. A.	Benifairo de Valldigna	»			
Taosa	Gandía	»			
Barranco de la Fuente	Carlet	»			
El Barranco del Lerón	Carlet	»			
Barranco de Moliner .	Favareta	»			
La Foyeta	Llaurí	»			
Cantera Corralón (El Abuelo)	Llaurí	»			
Pla del Archu de Picasent	Llaurí	»			
De Manuel	Picasent	»			
Cantera La Marquesa .	Torrente	»			
Barranco de Beniopia.	Alberique	»			
Arenas y Gravas	Gandía	»			
Cantera Lancha	Carlet	»			
Cantera de Ilumbre ..	Llaurí	»			
Cantera de caliza Acheta	Llaurí	»			
Cantera Araña.....	Pucheta.....	Vizcaya			
	Dima	»			
	Zarátamo	»			
	Zalla	»			

9.2.2 CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

Partiendo de las fichas de la encuesta, se han elaborado los cuadros en los que se recogen (cuadros 9.2-8 a 9.2-13):

- número de la ficha de PNEM;
- fecha de puesta en marcha o reforma;
- capacidad de diseño para veinticuatro horas de marcha por día;
- circuito de tratamiento;
- potencia instalada;
- número de motores;
- personal técnico, administrativo y obrero, y
- sistema de control.

El circuito se ha indicado esquemáticamente por símbolos para las máquinas, suprimiendo las cintas. Las máquinas que están en serie se separan simplemente con una barra, y cuando, en alguna etapa, hay varias en paralelo se separan por guión dentro del mismo espacio interbarra. Si hay varias líneas se indica con separación de las máquinas de cada una.

Los símbolos utilizados para las máquinas son:

Machacadoras o trituradoras:

- Mnd, de mandíbulas.
- Mrt, de martillos.
- Imp, de impacto.
- MaC, de cilindros.
- Cn, rotatorios o conos.
- MoB, molino de bolas.

Cribas, zarandas, tamices, clasificadores:

- Cr, criba, zaranda o rejilla.
- Cl, clasificador hidráulico.
- Tr, tromel.
- Cy, ciclón.

Tolvas, silos, etc.:

- T, tolva.
- NaT, nave almacén o silos.

Alimentadores varios, A.

Control:

- B, báscula sin especificar.
- BA, báscula automática, integradora o electrónica.
- BC, báscula para camiones.
- V, control por volumen, caja camiones, por ejemplo.
- D, desmuestrador mecánico.

- L, laboratorio disponible y haciendo uso del mismo.
- N, ninguno.

Varios:

- DC, decantador.
- S, secadero.
- E, enfriador.
- H, horno.

La tabla o cuadro se ha ordenado por sustancias y aplicaciones en orden decreciente de capacidad de diseño.

CUADRO 9.2-8

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES. MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO ARTIFICIAL

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
308	1933/67	18.000	T/A/Imp/Cr-Cr/ + 35 recic. Imp.	1.907	20	1	—	233	BC/L
542	1948	18.000	2 lin. a) T/A/Mrt/T; b) A/MaC/Mrt/T	1.300	10	1	—	2	—
110	1967	14.400	T/A/A/Mrt/NaT	618	11	2	—	34	BC
17	1903	10.800	3 lin. a) A/Mrt/T; b) A/Mrt/T; c) A/Mrt/T	1.195	32	2	1	20	BA/L
135	1943/67	10.800	A/Imp/T	888	21	1	—	21	BC/L
18	1968	7.200	T/A/Imp/Cr/ + 20 recicl. Imp/T	1.246	17	2	—	7	BA/L
109	1959	6.000	2 lin. a) T/A/MaC/NaT; b) T/A/Mart/NaT	320	5	1	—	32	B/L
555	1925	4.320	T/A/Mrt/T	600	6	1	1	4	N
554	1928/65	4.000	T/A/Mnd/Mrt/Imp/Cr/T	2.280	28	1	1	39	B/L
84	1950/63	3.600	T/A/Mrt/T/A/NaT	944	21	1	—	12	—
35	1917	3.600	T/A/Cr/ a) - 70 Cr/Cr/T - 2; b) + 70 Mnd/T 2; A/Mrt/D/NaT	439	23	2	—	16	B/L
31	1965	3.500	BC/T/A/Cr/Mrt/D/NaT	1.265	38	1	—	30	N
246	1923/67	3.000	Cr/ a) - 25 Cr/NaT; b) + 25 Mrt/Mrt/NaT	1.650	26	1	1	32	B/L
593	1956	3.000	T/A/Mrt/T	400	4	—	—	2	BC/L
107	1953	2.400	T/A/Mnd/T/ 2 lin Cn/Cn/T	820	30	1	—	29	V
136	1908	2.400	T/A/Mrt/T	—	—	1	—	22	BC/L
766	1963/66	2.000	T/A/MaC/T	310	8	—	—	2	V (B)
746	1955/R	1.250	T/A/Mrt/Cr/2 Mrt/NaT	437	8	1	1	6	BA/L
82	1904/68	1.200	T/A/Imp/Cr/ + 25 Mrt/NaT	395	7	1	—	6	V
83	1952/63	960	T/A/Mnd/Mnd/NaT	401	8	—	—	4	BA/L
80	1964	800	T/A/Imp/T	486	3	1	—	9	N
114	1966	700	T/A/Mnd/3 lin; a) Imp/Mnd/T; b) Mrt/Mrt/T; c) Mrt/Mnd/T	779	10	1	1	40	BA
134	1938/62	480	T/A/Mrt/T	180	6	1	1	15	BA/L
443	1968	432	T/A/Imp/Cr	—	—	—	—	1	BA/D/L
133	1931/62	400	T/A/Imp/T	250	8	1	1	15	BC/L
106	1964	300	T/A/Mnd/Cr/T	160	5	1	—	11	N/L
132	1966	200	A/Cr/Mnd/A/Cn/T	290	10	1	1	5	N
TOTAL		123.742		19.560	349	27	9	439	

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES, MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO NATURAL

Control (b)	PERSONAL			Potencia CV	Circuito (a)	Capacidad diseño t/24 h.	Puesta marcha o reforma	Fecha número
	T.	Adm.	Obr.					
V	—	—	—	80	T/A/Mnd/Cr/T	320	1966	716
BC	1	1	—	200	T/A/Mrt/Nst	300	1957	758
V	—	—	—	90	H/Mnd/Mrt/T	150	1968	653
V	—	—	—	—	H/Mnd/MOB	75	1930	647
BC	—	—	—	10	Cr/4H/T/A/Mnd/Mrt/T	72	1925/65	729
V	—	—	—	104	H/Mnd/T/Mrt/T	66	1920/66	722
V	—	—	—	104	H/Mnd/T/Mrt/T	66	1935/67	595
V	—	—	—	104	T/A/Mnd/Cr/4H/MOB/Cy/grusos	60	1935/67	595
V	—	—	—	104	MOB — reciel Cr/T	60	1964	719
V	—	—	—	139	Cr/4H/Mnd/Mrt — Mrt/T	60	1919/64	603
V	—	—	—	8	T/A/Mnd/Cr/T/2H/2 lín T, MOB, Cy.	45	?	651
V	—	—	—	40	3 H/Mrt/T	45	1940	679
V	—	—	—	40	T/Mrt/Mrt/T	40	1947	137
V	—	—	—	90	T/A/Mnd/Cr/3 T/2 A/T	42	1940	679
V	—	—	—	70	T/Mrt/Mrt/T	40	1947	137
V	—	—	—	150	T/A/Mrt-Mrt/MOB/H/MOB/T	39	1947	143
B/L	—	—	—	37	2 H/Mrt/T	36	antes 1930	724
V	—	—	—	3	Mnd/H/MOB/T	30	1940	138
V	—	—	—	35	2 H/Mnd/Mrt/T	30	1960	656
V	—	—	—	65	3 H/2 A/Mrt/Mrt/T	27	1963/69	723
TOTAL								
				1,487		1,436		

(a) Tienen al final ensacadora automática o semiautomática.

(b) El control de volumen lo hacen a base de sacos.

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

Control	PERSONAL			Potencia CV	Circuito	Capacidad diseño t/24 h.	Puesta marcha o reforma	Fecha número
	T.	Adm.	Obr.					

CALIZAS PARA CAL

N	1	2	11	300	2 lín T/A/Mrt/Cr/T	1,920	1962/70	337
V	1	2	11	300	2 lín T/A/Mrt/Cr/T	1,680	1962/70	359
B/D/L	—	—	15	419	T/A/Cr/Mnd/A/Cr/T	900	1952/66	121
N	—	—	8	280	Mnd/Mrt/Cr/T	600	1968	262
N	—	—	8	280	Mnd/Mnd/Cr/T	600	1960/66	324
B	—	—	4	125	Mnd/Cr/ + 90 Mnd — reciel Cr/T	300	1968/70	254
TOTAL								
				1,502		6,000		

YESOS

N	1	—	8	108	T/Imp/Cr/T	1,200	1968	523
N	—	—	1	30	T/Mac/Cr/T	96	1930/66	140
N	—	—	1	62	2 H/Mnd/Mrt/Mrt/T	77	1868/1925	709
V	—	—	5	62	3 H/Mnd/Mrt/T	60	1907/67	141
V	—	—	6	43	T/Mnd/T/A/H/T/A/Mrt — Mrt/T	45	1969	437
B	—	—	12	66	H/Mrt/T/Mrt/T	30	1947/63	310
B/L	—	—	8	40	T/A/Mrt/T	15	1956	81
TOTAL								
				417		1,523		

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
DOLOMIAS									
119	1920/'70	1.050	2 lin A/Mrt/Cr/ -140 Cr/ +4 Cr/ -4 Cl/T	400	22	1	4	21	B/M/L
122	1967	960	T/A/Mnd/Cr/ a) + 50 Cn recicl; b) 20/50 T, c) -20 T/Mrt/Mrt/Cr/ recicl + 2/NaT	409	25	1	1	7	B
328	1960	600	A/Cr/ a) -70 Cr/T; b) + 70 Mnd/Cr/ -90 Cr/T	230	11	—	—	16	B
533	1967	500	T/Mnd/Cr/ a) + 35 Mnd/Cr, b) -35 Cr/ c) + 17 T, d) -17 A/Cr/T	209	11	1	1	3	BC
120	1965	120	T/A/Mnd/Cr/T	49	4	—	—	1	B
TOTAL		3.230		1.297	71	3	6	48	
ARENAS SILICEAS Y CUARZO									
117	1969	3.000	T/A/Cr/T	40	10	1	—	4	N
118	1968	2.650	T/A/Cr/T	—	3	—	—	1	N
119	1967	2.700	Cr/T/A/Cr/T	21	5	—	—	2	N
116	1969	2.650	T/Cr/T	—	3	—	—	1	N
21	1969	600	Cr/DC/Cr/Cl/T/S/E/T	300	17	—	—	6	B
704	1950/'65	288	Mrt/Cr/Mrt/T	68	4	1	—	6	V/BC
711	1952/'69	240	2 lin T/ a) A/Mrt/Cr; b) A/Mrt/Cr/Cr/T	18	8	1	—	3	BC
125	1962/'66	160	T/Mnd/Cr/Cr/Cr/T	125	11	1	1	8	B
525	1969	120	T/B/Cr/S/T	120	10	—	—	3	N
703	?	72	Cr/Mrt/Cr/T	23	4	—	—	2	—
TOTAL		12.480		715	75	4	1	36	

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES. ARIDOS DE CALIZA

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
5	1968	210	T, Mach, Mol, Vibr clas	166,5	12	1	1	7	V
24	1956	640	T/Mach/Vibr clas	189	11	—	3	18	N
26	1967	720	T/Mach/Tr/Mol/Vibr	107	6	—	1	4	N
29	1966	2.360	T/Mach/Cr/Cr/Mrt	350	11	1	2	21	B
49	1964	1.080	T/A/Mol/Trit/Tr	296	16	1	1	21	V
61	?	119	Mnd/Tr/Mach/Cr/T	223	12	1	—	2	B
62	1968	960	T/A/Mnd/Cr/Mnd/Cr/Mol	165	6	1	1	7	N
79	1951	136	Mnd/Zaran/Rej/Mach/Cr	169,5	10	—	—	6	N
85	1967	800	Mach/Mol/Cr/Proy/T/Rej/Mach/Cr/Mol	171	8	1	1	15	B
86	1948	8	T/Mol/T/Mol/Cr	100 ?	3	—	—	2	B
89	1965/69	2.400	T/Mr/Cr	379	10	—	1	6	B
90	1969	3.600	T/Cr/Mrt/clas/Mrt/clas	700	21	1	1	8	B
92	1969	1.200	Rej/Mach/Cr/Cn/Cn/Cr	250	—	1	1	10	M
108	1966	105	T/A/Mnd/Cr	58	8	1	—	6	N
112	?	1.920	T/Can/Mach/Can fijo/clas/Mol/clas	340	7	1	—	6	B
113	1955	?	T/Mnd/A/Vibr/Gran/Compres/Mrt/pala	158	9	1	—	5	N
127	1957	420	T/Mnd/Mrt/Zaran	137,5	4	—	—	7	?
128	1966/69	1.440	T/Mrt/Cr/T	110	4	1	1	4	N
129	1962/68	5.640	A/Mrt/Mach/Zaran/Mrt/Mrt/Zaran/T/Mrt/Cr	654	19	—	1	4	B
130		288	Mnd/Zaran/Mrt/Zaran/T	61	3	—	—	—	—
139	?	192	Mnd/Tr/Mrt	50	1	—	—	2	M
143	1957/69	39	Mnd/Mol/H vert/Mol cemento	150	3	—	—	2	M
147	1966	100	Mrt/Zaranda	207	13	—	1	6	B
154	1962	144	T/Mnd/Mrt/Cr/Trit/silos	100	5	—	—	1	N
156	1969	192	A/T/Mnd/Cr/Mrt	56	4	—	—	1	N
160	1968	1.350	A/Mnd/Cr	272	7	1	1	12	N
161	1958/62	967	A/Mach/Cr/Tr	200	8	1	1	30	B
202	1969	2.400	T/A/Cr/Mach/Cr/Mol/T/Cr	391	19	1	—	20	B

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
203	1956	1.600	Rej/Mach/Tr/Mol/V tamiz/deslam.	272	14	1	2	28	B
205	1930	2.000	T/Mach/Mol/Cr/depósito	412	14	1	—	5	B
206	1954	1.200	T/A/Trit/Zaran/Mol	200	6	1	—	9	N
207	1957	1.920	Trit/V tamiz/Mol barras	308	9	1	1	13	V
208	1961	600	T/A/Mach/Zaran/Mol/Mol	160,5	7	1	—	7	N
210	1968	1.634	Rej/Mach/Dep/Mol/V tamiz/Mrt/sep .	617	9	1	1	6	B
211	1955	2.400	Rej/Mach/Tr/Mol bar/V tamiz/Deslam	272	13	1	1	21	B
212	1945	6.000	Trit/Cr/Cr/Tr/Hel decant	2.070	45	1	7	53	B
214	1964	288	Mol/Elevador/Zaranda	78	4	—	—	2	M
215	1966	336	Mach/Zaranda/Mol	124	4	—	—	2	N
216	1955	1.500	A/Mol/Cr	401	11	1	1	11	B
217	1940	183	T/A/Trit/Vibrad clasif/Mol	160	5	1	1	10	N
218	1964	6.000	Trit/A/Cr/Cr/distr silos/Mol/Mol/Cr	1.355	39	2	10	47	B
220	1964	960	T/A/Mach/Zaranda/Molino	306	5	1	—	5	N
248	1967	2.500	Mach/Cr/Cr/Cr	—	—	1	1	5	N
257	1968	45	Mach/Mol/Vaivén/Cr/Zaranda	40	5	—	1	7	N
258	1966	2.400	T/T/A/A/Mrt	220 ?	—	—	1	6	B
259	1968	4.800	A/Mnd/A/Cr/Mrt/Vib tamiz	973	24	1	—	3	B
261	1968	1.200	—	380	9	1	1	9	N
263	1923/66	750	Parrilla/Mach/A/gravill/Zaranda	260	8	—	—	7	V
264	1965	750	T/A/Mrt/Cr/T	110	4	—	—	6	N
268	1969	840	Mnd/Vib/Mrt	70	5	—	—	1	N
306	1958	1.440	T/A/Mrt/Cr/T	117	4	1	1	10	N
309	1968	2.160	A/Mol trit/Vibro	233,8	8	—	2	5	B
311	—	1.200	T/Mach/Mol/Mol/Mach/T	355	8	1	—	13	B
312	1933	130	Mach/Mrt/Tr	95	3	—	—	4	N
339	1969	800	T/A/Mach/Cr	190	11	1	1	3	B
340	1963	720	T/A/Mach/Cr/Tr/T	80	8	—	1	6	V
341	1965	720	T/A/Cr/Tr/Tr/T	25	7	—	1	7	V
342	1965	400	T/A/Zaranda/T	11	3	—	—	4	V
343	1967	144	T/Cr/Mach/T	—	—	—	—	2	V
344	1963	480	A/Mach/Cr/Tr/Mrt/Tr clasif	33	7	—	—	5	V
345	1966/69	960	Mach/Cr/Mrt/T	150	8	1	1	9	V
349	1968	1.300	T/A/Mach/Cr/Mrt/Mart/Cr/T	285	11	—	—	14	V
351	1967	788	A/Mrt/Zaranda/Mrt/T	208	5	1	1	8	V
360	1968	960	T/A/Mnd/Cr	57	4	—	1	3	N
362	1959	240	T/A/Mrt/T/Mrt/Tr/Mrt	114	8	—	—	13	—
363	1965	240	T/Mrt/Tr/T	—	—	—	—	3	N
364	1950/66	640	T/A/Mach/Mrt/Cr/T	192	10	1	1	6	Visual
407	1966	192	T/Tr/Mol/Vib/Vib/Mol/Mol	214,7	10	—	—	3	N
434	1966	135	Rejilla, Mnd/Vibro tamiz	55	2	0	0	6	V
436	1970	1.783	T/A/Cr/Mach/Cr/Mol/Mol	655	17	1	1	6	B
439	1970	256	Cr/T/Mrt/Zaranda	—	—	—	—	2	V
440	1958	380	T/Mnd/Cr/Mrt/Zaranda, silos	250	10	1	—	2	N
442	1966	135	T/A/Mnd/Mrt/Cr/T	57	4	—	—	2	V
444	1968	270	T/Mnd/Cr/Cn/Cr	101	6	—	1	1	N
465	1966	75	T/Mnd/Cr/Tr/T almac	—	—	—	—	1	V
466	1967	180	T almac/Zaranda	7 diésel	1	—	—	1	V
470	1965	240	T/Mrt/Zaranda	40	—	—	—	6	V
472	1967	600	Mach/Mol/Mol/Zaranda	165	7	1	1	3	B
473	1955	600	A/Trit/Zaranda	280	5	1	1	5	B
—	—	—	T/Cr/Mach/Cr/Mol/Cr	786	25	1	1	10	B
474	1968	480	T/A/Mrt/Cr	218	9	—	—	8	V
475	1935/69	960	Mach/Mol/Zaranda	333	8	1	1	7	B
476	1967	2.400	Cr/T/A/Mnd/Cr/Mnd/Mrt/Cr	263	9	—	—	12	V
522	1968	1.920	T/Cr/Mrt/Cr	215	10	—	1	5	B
526	1967	1.200	T/Mol/Vib Tamiz/Mol/Sep aut/T/Ci- clón	—	—	—	—	4	N
530	1967	300	Mach/Mach/Vib tamiz/Mol/Vib tamiz/ Mol	134	20	1	1	3	N
551	1968	325	T/A/Mach/Mol/Zaranda/Zaranda	122	6	—	—	3	V
568	1968	480	T/A/Mrt/Cr	218	9	—	—	8	V
592	1969	1.000	T/Transp/Mol/Cr vibrat/Cr fija	127	8	1	1	3	V
594	1965/69	200	T/Mach/Zaranda/Mrt/Cr fija/T	64	5	—	—	2	V
596	1960/Hac.	1.500	T/A/Mach/T Zaranda/Mrt/T alm (1). T/A/T/Mrt, Zaranda/T almac (2)	—	—	—	—	—	—
—	—	—	T/A/Mrt/T Zn/T alm (3)	261	10	1	1	6	V
597	1968	110	T/Mach/Zaran/Mrt/T	53	6	1	—	12	V
599	1960/68	1.500	T/A/Mrt/Cr vibr/Mrt/T	104	6	—	1	3	V
601	1965/70	100	T/Mrt/Tr/T alm	35	4	—	—	3	V
602	1969	1.000	T/Transport band/Mrt/Cr Vibr/T alm	127	8	1	1	10	V
604	1969/70	2.880	T/Rodillo/Mrt/Tr/Retor/A vaivén/Mrt/ Mrt / Cr / Cr / Cr / Cuba / Tornil- llos/T	950	31	1	2	20	B
605	1968	1.480	T/A/Mrt/Zaranda/T alm	140	4	—	1	4	V
606	1963	450	T/A/Mnd/Mrt/Zaranda/T alm	240	7	—	—	2	V
607	1955	360	T/A/Mnd/Cr/Vibrat/Mnd/T alm	120	7	—	1	3	V

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores num.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
608	1967	250	T/A/Mach/Mand/Zaranda/T alm	60	6	—	—	3	V
609	1965	800	T/A/Mnd/Tr/T inter/A/Mrt/Zaranda/Mrt/Zaranda/T alm	120	9	—	—	12	V
611	1961	1.050	T/A/Mnd/Cr vibrat/T alm	239	4	—	1	4	V
612	1968	300	T/A/Mnd/Vibro tamiz	170	8	—	—	2	V
617	1968	600	T/A/Mach/Cr vibrat	120	10	—	—	—	V
620	1966	210	Plataforma/Mach/Cr/Cn	—	—	—	—	3	V
623	—	330	T/Mach/Mol/Vibrotamiz/Mol T	721	71	3	2	41	B
646	1969	75	T/Mach/Tr/Zaranda/T	—	—	—	—	3	V
648	1967/69	350	T/Mnt/Mrt/Zaranda/T	100	7	—	—	2	V
649	1968	550	T/A/Mnd/Cr/Mach/Cr vibrot	72	11	—	—	2	V
654	?	450	T/Mnd/Tr/Mnd/Tr/Mrt	150	11	—	1	11	B
655	1965	3.000	T/Mnd/Vibro clas/Tr/Mrt	230	7	—	—	2	B
657	1970	600	T/Mrt/Elevadores/Zarandas/T	60	4	—	—	5	V
676	1969	45	T/A/Mach/Zaranda	20	2	—	—	1	V
677	1968	90	T/Cr/Vaivén/Mnd/ Cr	—	—	—	—	2	V
678	1965	180	T/A/Mnd/Tr/T	60	6	—	1	4	B
681	1965	750	T/2 Mnd/2 Mrt/Cr	380	11	—	1	10	B
682	—	70	T/A/Mach/Cr	80	4	—	—	3	V
681	1965	750	T/2 Mnd/2 Mrt/Cr	380	11	—	1	10	B
682	—	70	T/A/Machac/Cr	80	4	—	—	3	V
683	1965/67	300	T/Parrilla/Machac/Tr/Pilas/Molino	40	6	—	—	3	V
684	1968/70	450	T/A/Mach/Cr/Molino/Proy/Cr/Molino/Cr	200	100	—	—	4	V
685	1968	900	T/A/Mach/Zaranda	120	8	—	—	5	—
687	1966	300	T/Machac/Cr	60	5	—	—	5	V
710	1968	1.600	T/Mach/Vib/T/Mol bolas	136	7	1	—	4	B
715	1965	240	T/Mach/MaC/Zaranda/Mol/Tr	148	4	—	—	2	V
717	1939	40	Mach/Cr/Molino/Cr/Molino	1.115	6	—	—	2	V
718	1929/65	420	Rejilla/A/Mrt/Vib	347	11	1	1	6	V
720	1968	300	T/A/Machac/Zaranda/T/Girograv/T/A/Mach/Tr/Zaranda	200	19	—	1	6	B
721	1962	675	T/A/Mach/Vibr/Molino/Vibr/Molino	200	8	—	—	1	V
725	1969	60	T/A/Mnd/Mrt/Cangil/Tr/Machaca/Mrt	86	7	—	—	2	V
726	1966	900	T/A/Mnd/Mrt/Cr	200	10	—	—	3	—
727	1963/69	1.920	T/A/Molino prim/Mol se/Cr Vibr/Mr/Za/Si	371	10	1	—	2	B
728	1964/67	145	Mrt/Zaranda	60	3	—	—	1	V
730	1967	270	T/A/Mnd/Zaranda/T/próx. int/T/Mnd/Za/Girograv	34	4	—	—	2	V
731	1964/70	300	T/A/Mnd/Mnd/Cr/Vibr/Giro gravilla..	170,5	9	—	—	2	V
732	1969	360	T/Mnd/Mrt/Tr	200	5	—	—	2	V
744	1968	54	T/A/Mach/Cangil/Tr	60	4	—	—	2	V
745	1968	120	T/Mach/Cr	100	3	—	—	2	V
747	1953	720	A/Trit/Zaranda/Mol	117	4	1	1	8	V
748	1959	120	Vert/Mach/Mol/Cr/silos	46,5	4	1	—	2	V
750	1941/64	400	A/Mach/Vib/MaC/Gravil/Mach/Grav/Vi/cin	224	16	1	1	6	V
752	1962/69	100	T/A/Mach/Vibro	100	11	—	1	1	V
753	1966	150	T/A/Mol/Cr/T/Mol	100	7	—	—	7	V
754	1963/70	750	T/A/Mach/Mach/Mol/Zaranda	500	18	—	—	6	B
759	1967	2.400	T/A/Mrt/Vibrot/T interm/A/Mrt/Vibro	400	14	—	—	12	V

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES. ARIDOS DIFERENTES DE CALIZAS

Ficha número	Puesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
GRANITO									
37	1920/66	3.000	Mach/Cr/Cr/Trituradora	1.100	30	3	1	14	B
281	1966	300	Mach/Tr/Mach/Tr	74	—	1	—	6	N
290	1959	—	Mach/Cr/Mach/Tr/Gravilladora/Cr ...	282	9	1	3	5	—
291	—	—	Mach/Mach/Vib tamiz/Gravil/Vib t/ Decan	320	11	1	1	8	N
445	1967	200	Mach/Gravilladora/Cr/T	300	5	—	—	4	V
ARENISCAS									
334	1960	480	Mrt//depósito	136	2	—	1	3	N
335	1965	160	T/Mach/Trans / T/Mol mar/Mol ro- dill/Tr/Mol/Cn/Tr/Tornillo/Tornillo...	104	12	1	—	6	—
336	1969	1.000	Tr/Lavador	250	18	—	—	3	B
338	1965	1.056	Cr/Tr/Clasif/Balsa decant/T almc ...	239	9	—	1	8	V
346	1965	624	T/Cr/T/Mrt	75	5	—	1	4	V
352	1967/69	640	T/Cr/Mrt/T almc	—	—	1	—	8	V
353	1963	576	T/Cr/Mrt	37	5	—	—	5	V
365	1963	1.280	Tr/Clasif/Mrt/Zaranda	172	8	—	1	9	V
367	1962/69	336	T/Mrt/Zaranda	50	5	—	1	5	V
469	1967	120	T/A/Mrt/Zaranda	16	4	—	1	2	V
613	1964/68	3.200	T/A/Cr/Tr/Cr/T/Mr/Mr/Cr	85	10	1	1	6	V
GRAVA Y ARENA									
153	—	2	Tr	31	9	—	1	6	N
155	1965	288	T/A/Tr/Mnd/decant/T	88	11	—	—	3	—
157	1965	144	T/Mol/Cr	35	7	—	—	1	N
158	1967	192	T/Tr	—	—	—	—	2	N
406	1969	432	T/Cr/Mach/Girogravillador	264	21	—	—	5	B
408	1969	360	T/Cr/decant/silos	33,5	10	—	—	2	B
524	1966	480	T/Vibrotamiz	51,5	7	—	1	4	N
27	1967	240	T/Vibrotamiz	—	—	0	1	2	N
CANTOS RODADOS									
751	1968	900	T/Vibro clasif	40	2	—	—	2	V
760	1961	200	T/Vibro tamiz	40	5	—	—	3	V
761	1961	225	I/Tr/Vibro clasif	75	4	—	—	3	V
793	1961/67	900	Tr/T/Mach/V clas/Tornillo lavador ...	150	10	—	—	3	V
764	1962	375	T/Vib clasif/Noria cang	70	7	—	—	3	V
269	1968	54	T/Mrt/Vibro	—	—	—	—	1	N
DOLOMIAS									
270	1966	324	T/Mart/Vibro/T/Mrt/Vibro	—	—	—	—	2	N
271	1968	90	T/Mol/Rod/Vibro	—	—	—	—	1	N
272	1967	70	T/Mrt/Vibro	—	—	—	—	1	—
358	1962	2.400	T/A/Mrt/Cr	300	11	2	1	15	B
PORFIDOS									
438	1966	180	T/Mnd/Cn/Cr/T	61	7	—	1	3	V
475	1954	67	Cr/T/Mnd/Mol/Tr	76	6	—	1	4	V
477	1969	60	T/Mnd/Cn/Tr	53	5	1	1	6	V
569	1954	67	Cr/T/Mnd/Mol/Tr/T almc	78	6	—	1	4	V
621	1967	150	T/A/Mnd/Tr	76	8	—	—	4	V
BASALTO									
36	1969	3.000	Mach/Cr/Trit/Cr/Silos/Trit	1.100	382	1	1	4	B
167	1966	628	A/Mnd/Cr	100	6	—	1	9	B
759	1967	2.400	T/Mrt/Vib tamiz/T/A/Mrt/Vib tamiz.	400	14	—	—	12	V
760	1961	200	T/Vibrotamiz	40	4	—	—	3	V
GRAUVACAS									
614	1966	560	T/A/Mnd/Tr/Mnd/Cr	300	11	—	—	3	V
615	1966	190	Plataforma/Mnd/Tr	—	—	—	—	5	N
616	1966	560	T/A/Mnd/Cr/Cr	100	14	—	—	3	B
619	1969	300	T/A/Mnd/Zaranda	85	8	—	—	3	V

Ficha número	Fiesta marcha o reforma	Capacidad diseño t/24 h.	Circuito	Potencia CV	Motores núm.	PERSONAL			Control
						T.	Adm.	Obr.	
ARENA									
749	1963	200	Foso de Cargue/Cabrestante Plano/Vi- brotamiz/Mrt/Zaranda/Depósito	30	4	1	1	3	B
SILICE									
247	1965	100	A/Mnd/Cinta transpor.	50	2	1	1	3	N
622	1968	25	T/A/Mol/Elev/Secador/Mol/Elev/T	43	12	—	1	2	B
CUARCITA									
610	1969	1.200	T/Mnd/Mol/Cr	414	13	1	1	5	B
PIZARRA									
—	1969/70	3.500	Mol/Mol/Cr/Cr/T	—	—	1	1	14	—
MARMOL									
411	1956/65	30	Mol/Elevador/Cr/Vibro	50	6	—	—	5	V
553	1967/69	50	T/Mach/Cr/Vibrot/Zaranda	60	4	—	1	4	B
CALCITA									
219	1956	48	Nicho/Mol/Cr/Elev/Mol sec/Silo	—	—	1	—	5	B
OFITA									
209	1967	1.080	A/Mach/Cr/Cr/Mol/Mol	470	20	—	1	2	B

9.2.3 DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Se presentan en forma tabulada y resumida en los cuadros 9.2-14 a 9.2-19, y comprenden:

- número de la ficha de PNEM;
- producción en 1969;
- jornales empleados en 1969;
- productividad en toneladas por jornal;

- consumo de energía en kwh/t;
- consumo de acero en g/t;
- horas de marcha en 1969;
- horas de reparación en el mismo período.

Cada cuadro se ha ordenado de igual forma que el que presenta las características de las instalaciones de forma que se puedan seguir ambos de forma paralela.

CUADRO 9.2-14

DATOS DE FUNCIONAMIENTO. MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO ARTIFICIAL

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	Acero g/t.	HORAS '69		Capacidad real t/h.
						Marcha	Reparación	
308	304.030	7.200	42,2	2,50	100,0	1.540	778	197,8
542	762.440	622	1.266,0	1,28	—	1.480	8	515,1
110	693.405	9.009	77,0	1,02	1,2	2.242	2.583	309,2
17	876.984	6.120	143,3	2,04	—	6.628	606	132,3
135	364.121	6.750	364,1	2,04	8,5	1.704	643	213,6
18	391.300	2.673	148,8	2,19	—	1.839	200	212,7
109	342.726	9.009	38,0	0,81	2,9	3.108	979	110,2
555	330.087	1.836	184,1	0,74	—	1.830	585	180,3
554	880.369	11.928	73,8	2,34	70,0	4.127	655	213,3
84	259.394	3.624	71,6	3,47	31,6	2.011	394	128,9
35	421.244	5.832	72,0	1,69	—	1.867	192	225,6
31	937.094	11.891	78,0	2,15	—	2.920	492	320,9
246	111.967	11.444	53,0	3,78	—	2.482	409	45,1
593	540.000	600	900,0	1,20	—	4.704	96	114,7
107	167.963	8.300	20,2	3,60	—	1.771	500	94,8
136	196.044	6.750	29,0	0,99	25,5	1.803	544	108,7
766	265.000	750	353,0	1,10	2,2	2.700	300	98,1
746	254.760	1.937	131,0	4,00	17,0	4.894	580	52,0
82	130.800	3.186	41,0	1,20	—	2.163	500	60,4
83	61.732	1.208	51,1	1,03	21,1	2.007	337	30,7
80	209.000	453	465,0	1,40	0,5	2.435	360	85,8
114	160.612	—	—	7,30	—	—	—	—
134	108.000	4.500	24,0	3,28	12,0	2.700	900	40,0
443	2.160	38	56,8	1,04	—	300	—	72
133	102.000	4.500	22,7	3,65	10,0	2.100	300	48,5
106	20.000	3.300	6,6	1,06	—	600	300	33,3
132	46.000	2.700	17,0	7,10	—	1.800	300	25,5
TOTAL	8.939.232	126.117				63.755	13.521	

DATOS DE FUNCIONAMIENTO. MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO NATURAL

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	Acero g/t.	HORAS '69		Capacidad real t/h.
						Marcha	Reparación	
716	11.260	600	18,7	9,00	—	2.252	192	5,00
758	59.000	3.500	16,0	2,60	—	1.948	76	30,28
653	11.580	1.500	7,7	—	—	1.930	420	6,00
647	2.320	1.160	2,0	—	—	2.128	192	1,09
729	2.730	819	3,3	18,5	58,0	1.992	192	1,37
722	1.900	816	2,3	26,3	—	1.984	192	0,96
595	4.200	2.192	1,9	—	115,0	1.712	480	2,45
719	3.480	696	5,0	31,6	—	1.568	288	2,21
603	3.430	3.080	1,1	—	90,0	1.760	480	1,94
651	3.192	2.660	1,2	18,80	22,0	2.300	360	1,38
679	2.722	900	3,0	9,60	13,2	2.268	108	1,20
137	1.496	—	—	58,20	—	—	—	—
143	11.700	566	25,8	—	80,0	3.624	906	3,22
724	427	570	0,7	(0,03)	—	2.088	192	—
138	5.760	570	10,1	—	—	3.420	1.140	1,68
656	1.660	1.104	1,5	4,82	—	2.152	56	0,77
723	1.770	885	2,0	20,34	—	1.784	576	0,99
TOTAL	128.627	21.618				34.910	5.850	

CUADRO 9.2-16

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	Acero g/t.	HORAS '69		Capacidad real t/h.
						Marcha	Reparación	
CALIZAS PARA CAL								
337	112.000	3.640	61,4	1,25	—	2.300	500	48,69
359	196.000	3.640	53,8	1,07	—	2.300	500	85,21
121	87.324	2.012	43,4	1,67	—	1.746	188	50,01
262	15.698	2.184	7,2	5,10	—	1.200	35	13,08
324	60.000	2.400	25,0	1,60	—	2.902	100	20,67
254	12.000	1.000	12,0	0,80	—	7.500	500	1,60
TOTAL	483.022	14.876				17.948	1.823	
YESOS								
523	69.000	1.620	42,5	1,04	—	2.160	200	31,94
140	6.400	320	20,0	4,40	—	1.920	1.280	3,33
709	7.192	2.258	3,2	3,28	—	2.240	144	3,21
141	1.656	420	3,9	5,63	50,0	820	2	2,01
437	12.690	2.520	5,0	3,83	7,0	6.618	150	1,91
310	1.800	800	2,0	8,65	85,0	960	50	1,87
81	3.430	77	44,0	1,60	—	565	50	6,07
TOTAL	102.168	8.015				15.283	1.876	

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	Acero g/t.	HORAS '69		Capacidad real t/h.
						Marcha	Reparación	
D O L O M I A S								
119	17.380	6.428	12,0	4,70	—	2.000	392	8,69
122	170.387	2.700	63,1	1,80	19,0	5.010	519	34,00
328	120.136	5.072	23,7	1,56	—	2.000	200	60,06
533	60.000	1.050	57,1	11,8	—	4.620	1.200	12,98
120	9.886	299	34,0	4,5	—	2.300	52	4,29
TOTAL	377.789	15.549				15.930	2.363	
ARENAS SILICEAS Y CUARZO								
117	320.000	1.120	26,8	0,22	—	2.265	178,5	141,28
118	220.000	560	392,8	(1,6)	—	2.265	179,5	97,13
119	224.000	840	266,5	0,15	—	2.016	126	111,11
116	220.000	560	392,8	(1,2)	—	2.265	179	97,13
21	70.000	1.800	38,9	2,85	—	2.800	420	29,00
704	25.000	1.450	17,3	—	—	2.100	220	11,90
711	9.900	804	12,3	2,60	—	1.100	120	9,90
525	12.000	930	12,9	3,75	—	2.400	240	5,00
125	14.800	1.890	7,7	6,50	50,0	2.100	200	7,04
730	2.500	600	4,1	1,60	—	2.400	600	1,11
TOTAL	1.118.200	10.544				21.611	2.463	

DATOS DE FUNCIONAMIENTO. ARIDOS DE CALIZA

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	HORAS '69	
					Marcha	Reparación
212	250.000	—	16,0	10,0	2.400	300
218	700.000	—	49,6	2,23	2.325	100
129	225.000	1.440	165,0	2,59	2.300	100
259	235.000	1.525	154,0	2,42	1.352	244
90	100.000	2.500	40,0	2,36	700	500
655	52.080	600	86,8	4,1	1.680	600
604	150.000	4.767	31,46	2,59	2.100	300
474	235.000	2.750	85,45	4,82	1.958	200
248	225.000	1.500	15,0	0,5	1.000	2.000
759	14.400	3.600	4,0	2,2	1.440	600
476	182.400	360	50,67	0,98	1.824	576
258	50.000	1.800	27,75	4,16	850	400
202	90.000	4.000	22,50	2,77	1.600	600
211	150.225	7.290	20,0	1,07	1.500	—
89	66.500	3.325	20,0	2,26	672	480
29	240.000	6.900	34,78	1,5	2.700	392
309	60.000	2.000	30,0	2,75	—	—
205	70.000	1.515	46,66	3,3	1.900	220
112	52.500	2.500	20,0	2,17	660	500
207	57.726	3.770	15,31	3,88	1.940	120
522	106.000	1.350	78,51	1,25	2.160	350
727	180.000	750	240,0	1,50	2.400	600
436	163.460	2.391	68,36	3,78	1.990	88
210	221.240	2.544	86,0	2,2	3.672	138
203	83.850	9.115	10,0	4,66	1.865	45
710	15.700	1.440	10,0	2,57	300	60
599	89.950	1.020	87,5	0,67	3.024	36
216	86.500	5.612	15,5	3,24	1.860	80
128	13.650	1.500	9,1	10,0	228	200
605	179.200	1.350	132,74	0,86	1.980	580
306	15.600	2.500	6,24	—	—	—
160	103.000	3.690	28,2	2,32	190	—
92	205.000	3.588	57,0	2,78	3.582	1.900
349	168.000	3.920	42,84	0,57	2.582	498
206	85.280	1.890	45,0	3,0	1.720	280
311	95.000	4.320	22,0	5,67	—	—

Ficha numero	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	HORAS '69	
					Marcha	Reparación
261	3.120	3.120	12,8	—	1.040	80
526	60.000	1.225	48,97	3,5	1.600	200
49	108.000	5.521	19,5	2,6	2.376	297
611	105.000	1.500	70,0	1,71	2.108	100
602	105.500	1.110	94,04	1,45	2.356	420
592	105.500	1.110	95,04	1,45	2.356	420
62	9.500	2.000	4,7	3,6	1.700	300
220	24.320	1.380	17,6	2,4	620	80
345	112.000	3.080	36,4	1,15	2.200	—
360	112.000	1.120	100,0	0,58	7.200	840
475	45.000	1.285	5,54	4,21	1.665	900
161	96.000	9.000	10,7	5,17	5.040	720
726	—	600	—	—	—	—
685	83.360	1.500	62,2	1,7	2.223	81
268	56.000	420	133,3	1,5	1.657	112
85	84.242	4.008	21,0	1,2	2.560	130
339	112.000	1.120	100,0	2,68	2.400	960
609	136.500	2.520	54,16	4,39	3.940	1.100
351	89.600	2.380	37,64	2,23	1.960	340
263	55.000	2.837	19,4	1,6	2.000	150
264	29.500	2.000	14,75	2,45	1.500	350
681	52.050	3.300	15,7	8,2	2.082	270
754	48.360	1.800	26,8	2,7	1.560	600
747	13.600	2.680	5,0	3,36	386	74
340	84.000	1.960	42,84	0,86	1.960	840
341	84.000	2.240	37,50	0,83	2.080	720
26	25.900	110	235,0	2,63	863	20
721	45.808	300	152,6	1,3	1.636	300
24	52.000	260	200,0	5,0	2.000	80
363	2.000	2.240	40,0	0,89	2.520	840
208	22.100	1.610	14,0	2,0	900	140
472	49.400	1.450	30,61	0,70	1.880	200
473	50.600	2.100	5,0	3,43	2.400	300
617	38.500	440	87,50	1,04	1.440	32
657	48.600	1.350	36,0	—	1.755	675
649	40.500	540	75,0	2,46	1.968	192
344	56.000	1.400	40,0	1,23	2.080	720
568	44.800	2.240	20,0	2,15	1.440	800
474	235.000	2.750	85,45	4,82	1.958	200
606	29.800	400	74,50	0,95	1.620	240
654	37.080	3.600	10,3	4,2	2.000	300
684	27.208	1.200	22,6	—	1.432	480
718	29.480	1.814	16,25	3,66	2.290	98
127	25.702	1.960	13,11	3,34	1.680	280
750	27.000	1.740	15,5	3,11	2.201	96
342	42.000	1.120	37,50	Fuel-oil	1.872	648
440	41.250	825	50,0	2,91	2.075	400
732	32.550	600	54,1	5,7	1.650	750
607	49.500	1.080	49,5	2,82	3.000	240
648	19.100	510	37,5	2,62	1.640	400
215	920	35	26,0	7,0	66	26
623	52.513	1.191	44,0	7,29	2.006	70
561	24.150	630	38,33	1,84	1.740	360
580	20.000	1.000	20,0	8,0	1.625	200
612	300.000	420	71,42	2,33	1.570	530
683	19.125	765	25,0	1,06	1.880	160
687	48.900	1.500	32,6	1,5	2.312	40
720	14.520	2.100	6,8	1,05	1.452	648
731	20.000	534	37,5	4,50	1.863	540
130	—	—	—	—	—	—
214	1.920	163	12,0	5,0	160	24
730	18.800	502	37,50	2,12	1.720	288
444	56.000	366	45,0	4,55	1.064	400
439	112.000	600	48,0	—	1.800	900
470	23.200	1.740	13,33	—	2.224	96
608	10.000	375	26,66	1,95	750	250
362	25.750	3.710	6,79	3,17	1.980	540
363	22.400	840	26,66	—	1.420	768
715	22.000	879	25,0	4,36	2.412	225
620	13.750	825	16,66	Gas-oil	1.720	480
5	8.338	1.680	4,9	9,5	960	192
594	12.300	410	30,0	1,60	1.350	700
407	9.000	900	10,0	14,0	2.000	100
156	8.000	300	26,7	—	2.000	100
139	4.600	1.000	4,6	0,73	5.202	578

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	HORAS '69	
					Marcha	Reparación
217	17.234	2.820	6,2	2,8	2.115	91
466	17.400	290	60,0	Gas-oil	2.216	104
678	14.145	1.500	9,4	4,5	1.886	192
753	8.316	2.400	3,5	8,2	1.320	600
728	13.750	275	50,0	—	239	360
343	16.800	560	30,0	—	1.960	840
154	9.500	300	31,66	—	1.600	80
79	18.437	1.185	1,55	0,320	1.088	132
434	4.500	1.600	2,8	—	1.400	800
312	9.000	1.248	7,2	4,0	—	—
748	360	110	3,25	3,0	32	2
61	8.520	780	10,92	2,50	1.408	160
745	368	600	0,6	2,8	920	40
597	3.875	294	12,50	1,80	936	240
108	9.730	1.050	9,2	—	1.150	50
147	18.000	2.125	8,47	5,4	2.080	200
601	3.015	301	10,0	2,20	724	80
752	4.642	300	15,5	3,1	1.132	108
677	2.032	600	3,3	—	1.378	860
465	6.750	270	25,0	—	1.896	264
646	4.125	825	5,0	—	1.600	600
682	7.124	600	11,9	1,7	2.160	192
725	13.392	600	22,3	2,2	496	960
744	9.273	600	15,4	2,2	1.288	600
257	6.240	2.100	2,97	2,5	1.200	150
676	1.281	300	4,2	18,9	2.136	240
717	2.700	380	7,0	2,20	400	40
143	11.700	—	25,8	—	3.624	906
86	400	500	0,8	—	400	200
113	8.855	—	—	—	—	—

CUADRO 9.2-19

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Aridos diferentes de caliza

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	HORAS '69	
					Marcha	Reparación
CANTOS RODADOS						
751	14.100	600	23,5	2,07	1.300	780
763	53.400	900	59,0	0,84	1.300	780
764	20.700	900	23,0	3,0	1.380	900
761	42.000	900	21,3	0,3	1.620	540
760	20.250	900	22,5	2,7	1.350	600
O F I T A						
209	14.000	325	43,0	4,80	966	188
P O R F I D O S						
438	11.400	760	15,0	6,5	1.389	128
621	3.750	500	7,5	1,81	880	120
569	7.125	1.285	5,54	4,21	1.665	900
477	4.950	1.980	2,5	9,1	1.452	528
S I L I C E						
247	30.000	1.200	25,0	1,65	1.000	1.400
622	1.840	849	218,0	14,62	2.232	32
C U A R C I T A						
610	120.000	1.728	69,44	1,80	2.800	200

Ficha número	Producción '69 t.	Jornales '69	Productividad t/j.	Energía kw h/t.	HORAS '69	
					Marcha	Reparación
CALCITA						
219	4.250	1.350	2,5	—	2.000	300
MARMOL						
553	2.850	1.425	2,0	—	1.320	960
411	5.200	1.100	4,7	8,0	1.000	1.400
GRAVA Y ARENA						
524	35.200	1.000	35,2	153,0	2.000	200
406	56.000	1.500	37,33	3,57	3.150	100
408	58.000	600	96,66	1,72	2.340	100
155	24.000	900	26,7	1,0	2.000	100
27	24.480	318	77,0	—	2.448	100
158	22.000	600	36,7	8,0	2.750	90
157	9.000	300	30,0	2,66	—	—
153	72.000	1.800	40,0	0,69	2.880	144
GRAUWACA						
614	42.000	720	58,33	—	1.836	324
616	50.400	840	60,0	—	1.872	648
619	10.000	375	26,67	1,40	800	200
615	6.900	625	11,04	Gas-oil	945	180
DOLOMIAS						
358	280.000	5.040	55,54	0,86	2.200	600
270	18.700	480	39,0	—	1.443	264
271	5.000	320	15,6	—	1.500	320
272	4.200	255	16,5	—	1.496	211
269	4.050	310	13,0	—	1.836	280,8
BASALTO						
36	10.000	200	50,0	1,35	500	100
759	14.400	3.600	4,0	2,2	1.440	600
167	57.000	4.680	12,2	2,7	4.158	500
760	20.250	900	22,5	2,7	1.350	600

9.2.4 ESTADÍSTICA Y CLASIFICACION DE LAS DIFERENTES INSTALACIONES

9.2.4.1 Situación geográfica y posibilidades

Las fichas recibidas han sido pocas, 341, frente al total de 1.227 instalaciones que parece ser hay en el país. Del total de las fichas se han utilizado únicamente 271, pues el resto llegó muy recientemente y no fue posible incluirlas. Por consiguiente, esta estadística únicamente se basa en un 22 por 100 de las instalaciones existentes.

De acuerdo con lo anterior, es de poco valor situar geográficamente las instalaciones. Por otra parte, se trata de un tipo de actividad que, en muchos casos, es de vida

corta, pues está motivada por una obra; por ejemplo, los áridos para carreteras, embalses, etc.

No obstante, a continuación se resume la información recibida. Las posibilidades de producción se consideran en función de la capacidad instalada con un funcionamiento de un turno diario y trescientos días por año, que es una meta mínima a la que se debe tender para producción, dejando otro de mantenimiento. Esta práctica es muy general. Cabe, sin embargo, forzar la producción con más horas de funcionamiento.

Lo mismo que en otras ocasiones, la discusión se hará por materias o aplicaciones. Los datos resumen se presentan en los cuadros 9.2-20 a 9.2-23. La ordenación por provincias se ha hecho por orden alfabético.

Los datos se refieren a 13 provincias, con un total de 27 instalaciones.

CUADRO 9.2-20

**DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES
INSTALACIONES Y PRODUCCION**

Provincia	Núm. de instalaciones	POSIBILIDADES MINIMAS PRODUCCION t/a (a)		Producción 1969 t.
		Base diseño	Capacidad real	
Alicante	2	443.200	527.000	882.529
Barcelona	5	1.940.000	1.327.000	1.749.995
Córdoba	1	350.000	770.000	937.094
Guipúzcoa ...	5	1.428.000	1.056.000	816.165
Jaén	1	350.000	276.000	540.000
Lérida	2	456.000	384.000	321.126
León	1	432.000	433.000	330.087
Palencia	1	1.800.000	1.240.000	762.440
Santander	1	1.800.000	475.000	304.030
Sevilla	5	2.380.000 (2.310.000)	1.384.706 (1.315.000)	1.384.706 (1.224.094)
Tarragona ...	1	720.000	510.000	391.300
Vizcaya	1	125.000	125.000	254.760
Zaragoza	1	200.000	236.000	265.000
TOTAL	27	12.424.200 (12.354.200)	(8.674.000)	8.939.232 (8.778.620)

(a) 300 d/a × 8 h/d = 2.400 h/a.

La capacidad real de producción sobre la base indicada antes es de unos 8,6 millones de toneladas año y no la capacidad nominal de diseño, que es un 57 por 100 superior a la real.

La producción en el año 1969 es, aproximadamente, igual a la capacidad real de producción. Esta coincidencia se debe al diferente régimen de funcionamiento de las instalaciones, pues mientras unas trabajaron por debajo del tiempo mínimo, otras se aproximaron al régimen de tres turnos.

Por provincias, la mayor producción le correspondió a Barcelona (19,5 por 100), seguida de Sevilla (15,4 por 100), Córdoba (10,5 por 100), Alicante (9,8 por 100), Guipúzcoa (9,1 por 100) y Palencia (8,5 por 100).

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	< 500	500	1.000	2.000	4.000	8.000	> 16.000
		1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	
Porcentajes	18,5	11,1	11,1	29,6	11,1	11,1	7,5

Como se ve, el tamaño de las plantas es bastante aceptable, pues el 70,4 por 100 de las encuestadas están por encima de 1.000 t/día.

Materias primas para cemento natural

Los datos se refieren a cuatro provincias, con 17 instalaciones. Baleares tiene el 65 por 100 de ellas y produce el 33,4 por 100 del total.

La capacidad real de producción del conjunto es de unas 150.000 t/año, que es ligeramente superior (8 por 100) a la de diseño.

**DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES
INSTALACIONES Y PRODUCCION**

Provincia	Núm. de instalaciones	POSIBILIDADES MINIMAS PRODUCCION t/a (a)		Producción 1969 t.
		Base diseño	Capacidad real	

MATERIAS PRIMAS PARA CEMENTO NATURAL

Baleares	11	92.200 (88.600)	— (50.210)	42.951 (42.524)
Jaén	2	10.500	10.550	7.630
Tarragona ...	1	10.900	—	18.956
Tenerife	3	30.000 (6.900)	72.500 (11.800)	59.000 (17.460)
TOTAL	17	143.600 (136.000)	— (145.060)	128.537 (126.614)

CALIZAS PARA CAL

Barcelona ...	1	60.000	49.500	60.000
Santander ...	3	180.000	155.340	115.022
Valencia	2	360.000	317.000	308.000
TOTAL	6	600.000	521.840	483.022

YESOS

Albacete	1	4.500	4.600	12.690
Barcelona ...	1	1.500	14.500	3.430
Burgos	1	120.000	76.500	69.000
Lérida	2	15.600	12.850	7.056
Santander ...	1	3.000	4.500	1.800
Vizcaya	1	7.700	7.700	7.192
TOTAL	7	152.300	120.650	101.168

DOLOMIAS

Granada	1	50.000	31.200	60.000
Oviedo	1	60.000	145.000	120.136
Santander ...	3	213.000	112.900	197.653
TOTAL	5	323.000	289.100	377.789

ARENAS SILICEAS

Burgos	2	72.000	72.000	82.000
Granada	4	1.100.000	1.072.000	984.000
Santander ...	1	16.000	16.900	14.800
Vizcaya	3	60.000	55.200	37.400
TOTAL	10	1.248.000	1.216.100	1.118.200

(a) 300 d/a × 8 h/d = 2.400 h/a.

La producción en 1969 fue, aproximadamente, el 87 por 100 de la capacidad total y supuso un 14,5 por 100 de las materias primas producidas para cemento artificial.

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo ...	25/50	50/100	100/200	200
Porcentaje ...	53,0	29,3	5,9	11,8

La capacidad media es francamente pequeña. Por encima de 100 t/24 h únicamente hay el 17,7 por 100 del total.

Calizas para cal

Los datos se refieren a tres provincias, con un total de 6 instalaciones, lo que es un índice bajísimo del número de respuestas a la encuesta.

La capacidad real de producción es, aproximadamente, un 10 por 100 inferior a la de diseño; la producción en el año 1969 fue de un 92 por 100 de la real.

De las provincias relacionadas, la de mayor producción es la de Valencia, con un 64 por 100 del total.

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	500	500/1.000	1.000/2.000
Porcentaje	16,7	50,0	33,3

Yesos

Los datos se refieren a seis provincias, con un total de siete instalaciones.

La capacidad real de producción del conjunto es de unas 120.000 t/año. Su capacidad de producción alcanza sólo el 80 por 100 de la de diseño; la producción en el año 1969 fue el 92 por 100 de la capacidad real o el 80 por 100 de la de diseño.

De las provincias relacionadas, la mayor producción le correspondió a Burgos (68 por 100), seguida de Albacete (12,8 por 100) y de Vizcaya y Lérida (aproximadamente el 7 por 100 cada una).

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	50	50	100	200	400	800
Porcentaje	42,9	42,9	0	0	0	14,2

El tamaño es pequeño, aunque es aventurado hacer ninguna deducción dado el escaso número de las instalaciones relacionadas.

Dolomías

Los datos se refieren a tres provincias, con cinco instalaciones.

La capacidad real de producción del conjunto es de unas 290.000 t/año. Su capacidad de producción alcanza sólo el 90 por 100 de la de diseño. La producción en el año 1969 se aproximó a las 380.000 t/año, o sea, un 25 por 100 superior a la real sobre la base de un turno de funcionamiento por día; en realidad, una de las fábricas marchó prácticamente a dos turnos.

La mayor producción le correspondió a Santander (54,5 por 100), seguida de Oviedo (32 por 100).

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	50	50/100	100
Porcentaje	20	60	20

Arenas silíceas

Los datos se refieren a 4 provincias, con un total de 10 instalaciones.

La capacidad real de producción del conjunto es de unas 1.215.000 t/año, aproximadamente igual a la de diseño. La producción en el año 1969 fue del 90 por 100 de la capacidad de diseño.

De las provincias relacionadas la mayor producción correspondió a Granada (88 por 100), seguida de Burgos (7,4 por 100).

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	125	125	250	500	1.000	2.000
Porcentaje	20	20	10	10	—	40

Se trata de plantas de capacidad media junto a otras grandes.

Aridos

Los datos se refieren a 29 provincias, con un total de 201 instalaciones.

La capacidad de diseño representa unas posibilidades de producción de aproximadamente 19 millones de toneladas año, pero la producción en el año 1969 fue del 68 por 100 de las posibles.

De las provincias relacionadas las mayores producciones corresponden a las de Vizcaya (15,4 por 100), Valencia (14,4 por 100), Barcelona (9,3 por 100), Santander (6,6 por 100), Baleares (6,4 por 100) y Burgos (6,3 por 100).

La distribución por capacidades de diseño (t/24 h) es:

Intervalo	1.000	1.000/2.000	2.000/3.000	3.000/6.000
Porcentaje... ..	74,62	13,93	8,45	2,98

Se observa un claro predominio de las instalaciones pequeñas, menores de 1.000 t/24 h, capacidad que en la preparación de áridos se debe considerar muy reducida.

9.2.4.2 Antigüedad de las instalaciones

La distribución, por intervalos de 4 años, de las instalaciones según su antigüedad, se indica en el cuadro 9.2 - 23. En él se han separado las correspondientes

CUADRO 9.2-22

DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES INSTALACIONES Y PRODUCCION

Aridos

Provincia	Núm. de instalaciones	Posibilidades mínimas producción t/año (*)	Producción 1969 t.
Alava	2	120.000	100.000
Albacete	1	25.600	28.800
Alicante	7	140.000	130.000
Badajoz	3	31.900	36.020
Baleares	27	1.345.400	827.171
Barcelona ...	8	2.045.000	1.215.850
Burgos	19	1.198.400	816.180
Cádiz	4	805.500	215.855
Córdoba	3	479.000	577.158
Castellón	1	100.000	90.000
Gerona	1	300.000	100.000
Granada	6	167.000	107.950
Guipúzcoa ...	2	384.000	280.000
Huelva	7	257.000	165.300
Jaén	10	581.000	616.080
León	7	742.000	674.500
Madrid	9	602.500	226.168
Murcia	7	1.504.400	302.600
Orense	1	35.000	61.000
Oviedo	1	18.000	25.800
Palencia	5	491.000	592.913
Santander ...	14	2.266.300	859.692
Sevilla	2	130.500	214.730
Tarragona ...	4	273.900	241.700
Tenerife	2	65.000	522.000
Teruel	1	13.600	18.437
Valencia	20	1.528.400	1.873.350
Vizcaya	26	3.422.500	2.007.896
Las Palmas...	1	62.800	57.000
TOTAL	201	19.133.700	12.984.370

(*) Base de diseño 300 d/a x 8 h/d = 2.400 h/a.

RESUMEN DE ANTIGÜEDAD DE LAS INSTALACIONES

Sustancia	AÑOS Y DISTRIBUCION (%)					
	< 4	4/8	8/12	12/16	16/20	> 20
Materias primas para el cemento artificial...	29,7	29,7	11,1	7,4	3,7	18,5
Materiales para cemento natural	29,4	23,5	5,9	5,9	5,9	29,4
Calizas para cal	100,0	—	—	—	—	—
Yesos	57,2	14,3	—	14,3	—	14,3
Dolomias	60,0	20,0	—	—	—	—
Arenas silíceas	80,0	10,0	—	—	—	—
Aridos de calizas	47,5	25,4	9,3	6,8	2,5	8,5
Aridos diferentes de calizas	45,0	42,5	5,0	5,0	—	2,5

a las diferentes sustancias y aplicaciones. Como comentario al mismo cabe agregar que:

De las instalaciones que preparan materias primas para el cemento artificial, casi el 30 por 100, tiene una vida de 4 años o inferior y el 59,4 por 100 menos de 8 años. Podría decirse que la antigüedad es aceptable, excepto en un 18 por 100.

En las instalaciones para cemento natural el 29,4 por 100 tienen menos de 4 años y el 53 por 100 de 8 años. Las instalaciones viejas ascienden al 29,4 por 100.

Las instalaciones de cal recogidas son todas recientes o con reformas importantes.

En las instalaciones de yeso pasa algo semejante, el 57,2 por 100 tiene menos de 4 años y el 71,5 por 100, menos de 8 años.

Las instalaciones para preparación de dolomias tienen en un 60 por 100 menos de 4 años y en un 80 por 100 menos de 8 años.

De las instalaciones para arenas silíceas tienen menos de 4 años el 80 por 100 y menos de 8 años el 90 por 100. Del 10 por 100 restante se carece de datos.

De las instalaciones de áridos el 46,2 por 100 tiene menos de 4 años y un 76,5 por 100 menos de 8 años.

9.2.4.3 Circuitos y máquinas

El esquema de tratamiento es simple, pues se trata de la reducción grosera de tamaño, con clasificación en la mayoría de los casos.

La relación de tamaños entre la alimentación y los productos es grande. Sin embargo, en muchos casos se logra en una sola etapa, aun con máquinas convencionales.

El estudio de los circuitos utilizados merece la máxima atención, pero es imposible realizarlo en este trabajo.

Las máquinas utilizadas son adecuadas en muchos casos, aunque se observa una proliferación excesiva de trituradores o molinos de martillos.

Por último, el control es muy deficiente.

9.2.4.4 Potencia instalada y motores

La potencia instalada se refleja en el cuadro 9.2 - 24. Asciende a 63.608 CV, con 2.763 motores para las instalaciones encuestadas.

La capacidad unitaria por CV instalado varía desde 425-312 t/d/CV para los áridos, a 2,5-6,3 t/d/CV para casi todo el resto, con un mínimo de aproximadamente 1 t/d/CV en las instalaciones de materias primas para cemento natural.

9.2.4.5 Personal empleado, jornales

En el cuadro 9.2 - 25 se recogen los datos sobre esta materia. El personal empleado asciende a unos 2.200, del cual, el 15,5 por 100 es técnico, el 6,4 por 100 es administrativo y el resto, obrero.

CUADRO 9.2 - 24

RESUMEN DE ENERGIA

Material	POTENCIA INSTALADA		MOTORES	
	CV	t/d/CV	Número	Potencia media CV
Materias primas para cemento artificial	19.560	6,33	349	56,0
Materiales para cemento natural	1.467	0,98	86	17,0
Calizas para cal	1.502	4,00	55	27,4
Yesos	417	3,66	42	10,0
Dolomias	1.297	2,51	73	17,8
Arenas silíceas y cuarzo	715	17,45	75	9,5
Aridos de calizas	30.648	312,00	1.313	23,34
Aridos diferentes de calizas	8.002	425,00	770	10,39
TOTAL	63.608		2.763	

RESUMEN DE PERSONAL

Material	N U M E R O			Jornales '69	Productividad t/j.
	Técnicos	Admín.	Obreros		
Materias primas para cemento artificial	27	9	439	126.117	71,0
Materiales para cemento natural	1	4	80	22.618	5,7
Calizas para cal	6	4	49	14.876	32,6
Yesos	3	2	32	8.015	12,7
Dolomías	3	6	48	15.549	24,2
Arenas silíceas y cuarzo	4	1	36	10.544	106,0
Aridos de calizas	59	84	987	249.279	38,3
Aridos diferentes de calizas	18	29	261	79.786	42,6
TOTAL	121	139	1.932	526.784	45,8

La mayoría de las instalaciones funcionan sin ninguna supervisión técnica.

Los jornales devengados en el sector ascienden a 526.784, que para una producción total de 24.132.318 t supone una productividad media de 45,8 t/jornal.

La mayor productividad, 106 t/jornal, corresponde a las arenas silíceas, seguidas de la producción de materias

primas para cemento artificial, 71 t/jornal, y de materiales para áridos, 42,6-38,3 t/jornal, y las menores corresponden a las materias primas para cemento natural, 5,7 t/jornal, y yeso, 12,7 t/jornal.

En el cuadro 9.2 - 26 se recoge el detalle de la distribución de la productividad en los diferentes apartados de materiales y aplicaciones.

CUADRO 9.2 - 26

RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD

Material	t/j. Y DISTRIBUCION (%)							
	< 5	5/10	10/20	20/40	40/80	80/160	160/320	> 320
Materias para cemento artificial	—	3,7	3,7	18,5	37,0	11,1	3,7	18,5
Materiales para cemento natural	58,9	11,8	17,6	11,8	—	—	—	—
Calizas para cal	—	16,7	16,7	16,7	50,0	—	—	—
Yesos	57,1	—	14,3	—	28,6	—	—	—
Dolomías	—	—	20,0	40,0	40,0	—	—	—
Arenas silíceas y cuarzo	10,0	10,0	30,0	20,0	—	—	10,0	20,0
Aridos de calizas	14,0	17,0	30,0	35,0	25,0	14,0	3,0	—
Aridos diferentes de calizas	6,0	5,0	9,0	18,0	11,0	4,0	1,0	1,0

9.2.4.6 Consumos

En el cuadro 9.2 - 27 se recoge la distribución del consumo unitario de energía. Como comentario se puede agregar:

En la industria del cemento artificial la preparación de las materias primas se hace con menos de 1,5 kwh/t en un 48 por 100 de los casos y menor de 3 kwh/t en un 70,4 por 100.

La del cemento natural, por el contrario, es la que mayor consumo de energía tiene.

La preparación de calizas para cales y para áridos, así como las arenas silíceas, tienen una tendencia parecida a la del cemento artificial.

De los consumos de hierro apenas si se han obtenido datos, y esto es tanto más lamentable por cuanto que es una de las mayores fuentes de gastos, y, además, hubiese sido muy interesante por la diversidad de equipo utilizado.

9.2.4.7 Tiempo de funcionamiento y reparaciones

En el cuadro 9.2 - 28 se indica la distribución de horas de funcionamiento. Se observa que con menos de 1.500 h/a hay un 28,3 por 100 de instalaciones y con menos de 2.250 h/a un 73,8 por 100. El aprovechamiento de las instalaciones es bajo, pues solamente el 3,8 por 100 de las instalaciones sobrepasa de 4.500 h/a de funcionamiento.

En el cuadro 9.2 - 29 se recoge el detalle de la distribución de tiempos de reparación. Con menos de 250 h/año, aproximadamente el 10 por 100 de un turno diario de funcionamiento, hay en conjunto un 44,6 por 100 y por debajo de 50 h/año un 70,2 por 100, lo que es un resultado relativamente bueno, si se refiere a mantenimiento y malo si es tiempo de perturbaciones en la marcha.

RESUMEN DE CONSUMO DE ENERGIA

Material	kWh/t. Y DISTRIBUCION (%)						
	< 1,5	1,5/3,0	3,0/6,0	6/12	12/24	24/48	> 48
Materias primas para cemento artificial	48,2	22,2	22,2	7,4	—	—	—
Materiales para cemento natural	35,4	11,7	5,9	11,7	17,7	11,7	5,9
Calizas para cal	50,0	33,3	16,7	—	—	—	—
Yesos	28,6	—	57,1	14,3	—	—	—
Dolomías	40,0	—	40,0	20,0	—	—	—
Arenas silíceas y cuarzo	40,0	40,0	10,0	10,0	—	—	—
Aridos de calizas	44,0	35,0	13,0	6,0	2,0	—	6,0
Aridos diferentes de calizas	41,0	35,0	18,0	4,0	2,0	—	—

CUADRO 9.2-28

RESUMEN DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO

Material	< 1.500	1.500 2.250	2.250 3.000	3.000 3.750	3.750 4.500	4.500 5.250	5.250 6.000	> 6.000
	Materias para cemento artificial	11,6	50,0	19,2	3,8	3,8	7,7	—
Materiales para cemento natural	—	68,8	18,7	12,5	—	—	—	—
Calizas para cal	16,6	16,7	50,0	—	—	—	—	16,7
Yesos	43,0	43,0	—	—	—	—	—	14,0
Dolomías	—	40,0	20,0	—	—	40,0	—	—
Arenas silíceas y cuarzo	10,0	30,0	60,0	—	—	—	—	—
Aridos de calizas	34,6	44,6	14,5	2,7	2,1	0,5	0,5	0,5
TOTAL	28,3	45,5	17,4	3,1	1,9	1,9	0,4	1,5

CUADRO 9.2-29

RESUMEN DE HORAS DE REPARACION

Material	< 250	250/500	500/750	750/1.000	1.000/1.250	1.250/1.500	> 1.500
	Materias primas para cemento artificial	16,7	46,0	20,8	12,5	—	—
Materias primas para cemento natural	50,0	31,1	6,3	6,3	6,3	—	—
Calizas para cal	42,8	42,8	14,4	—	—	—	—
Yesos	—	—	50,0	—	—	50,0	—
Dolomías	40,0	20,0	20,0	—	20,0	—	—
Arenas silíceas y cuarzo	80,0	10,0	10,0	—	—	—	—
Aridos de calizas	47,5	21,7	17,5	10,8	0,8	—	1,7
TOTAL	44,6	25,6	16,3	9,2	1,6	0,5	2,2

9.3 DEDUCCIONES DE LOS DATOS ESTADISTICOS

Antigüedad

La antigüedad de las instalaciones es relativamente pequeña, de menos de cuatro años hay aproximadamente la mitad y de menos de ocho años la mayor parte.

Sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento es simple en la mayoría de los casos, y el proceso en sí también es simple, pues se trata de trituración y clasificación. En muchos casos la reducción de tamaño se hace en una sola etapa con una relación excesivamente elevada.

Maquinaria

Junto a algunos circuitos bien equipados existen otros muchos en los que se ha hecho una inversión muy baja, lo que incrementa los costes de producción. Se observa un exceso de trituradores o molinos de martillos frente a máquinas más adecuadas de mandíbulas o de impacto.

Calidad de los productos obtenidos

Hay ausencia casi total de análisis de los materiales de partida y de los productos obtenidos. Las granulometrías de los productos acabados no permiten emitir un juicio sobre el sector.

Sistema de control

El control de calidad del producto, composición o granulometría, se desconoce casi en el sector.

Productividad

En los áridos y materias primas para el cemento artificial se obtienen valores aceptables, entre 40 y 100 t/jornal, e incluso en algunos casos (20 por 100), hasta más de 320 t/jornal. El cemento natural y los yesos dan productividades mucho más bajas, entre 5 y 13 t/jornal.

Consumo de energía y materiales

El consumo de energía es bueno para la fracción comprendida entre el 20 y el 50 por 100, según el tipo de material, y muy elevado para la fracción comprendida entre el 5 y el 20 por 100.

El consumo de acero, que debe ser gravoso por el tipo de equipo empleado, no se puede enjuiciar, pues casi no hay datos del mismo.

Coefficiente del aprovechamiento ponderal y de la instalación

Prácticamente son paralelos, y, dado que la mayoría de las instalaciones funcionan a un solo turno, ambos coeficientes oscilan alrededor del 30 por 100.

Coefficiente de eficacia mecánica

El mantenimiento es relativamente bajo; las paradas representan alrededor del 10 por 100; si esto incluye el mantenimiento normal, las operaciones son francamente buenas, pero si se refiere sólo a perturbaciones en la marcha, la operación deja bastante que desear.

9.4 RECOMENDACIONES

- Que la Administración trate de que se vayan racionalizando las instalaciones existentes, utilizando máquinas adecuadas para la función que han de desarrollar.
- En cuanto a la autorización de nuevas instalaciones, no concederlas a aquellos proyectos que en su concepción supongan rendimientos tan bajos como los actuales.
- Reiterar la obligatoriedad de que el explotador informe con veracidad a la Administración (en sus organismos competentes) de los puntos básicos que se han utilizado en la presente encuesta.

10. LABORATORIOS NACIONALES DE PREPARACION DE MINERALES

10.0 INTRODUCCION

No se puede silenciar, al juzgar sobre las posibilidades de la evolución y desarrollo de las plantas industriales de tratamiento de minerales de nuestro país, la existencia y actividades de los laboratorios de preparación y concentración de minerales de que se dispone, puesto que son las herramientas de trabajo imprescindibles hoy día para el proyecto de las nuevas plantas, la modificación y mejora de las existentes y la posible investigación futura.

En relación con estos laboratorios se han de distinguir, según el fin a que se dedican, varias clases o grupos de ellos, a saber:

Laboratorios afines a lavaderos en marcha

Todo lavadero debe disponer de los laboratorios de control de sus operaciones diarias, puesto que de éstos dependen su buena marcha y rendimiento, factores que influyen directamente sobre el resultado económico.

Los elementos con que deben contar estos laboratorios están en relación con la importancia de la instalación y, sobre todo, con la categoría de la técnica empleada. Hasta en las plantas más rudimentarias es necesario efectuar análisis periódicos de la alimentación, concentrados y estériles. También, y en íntima relación con la técnica empleada, deben ensayarse las granulometrías y análisis de los géneros intermedios para el control de las cargas circulantes, las densidades de pulpas, pH, etc. Por último, es muy conveniente disponer de laboratorios donde puedan reproducirse los tratamientos de minerales y modificar los circuitos existentes de acuerdo con ellos.

Debe tenerse en cuenta que si la primera condición para obtener el mejor rendimiento de la instalación es la de ser alimentada con un caudal constante de composición determinada, esto no es fácil de cumplir, sobre todo en lo que se refiere a la composición, puesto que variaciones físicas que no llegan a detectarse por el análisis químico normal, al ir avanzando las labores, pueden influir de tal modo en el proceso de flotación que originen grandes pérdidas con el estéril. Esto obliga a los lavaderos de gran tonelaje a contar con laboratorios de concentración de minerales, para ir haciendo las variaciones precisas sobre la marcha (variaciones de reactivos, de granulometrías, de circuitos), para minimizar las pérdidas.

De este tipo de instalaciones no se va a tratar en el presente capítulo, puesto que quedan reflejadas en los apartados de los minerales correspondientes.

Laboratorios afines a las casas constructoras de maquinaria

Se comprende la necesidad de estos laboratorios para los constructores de este tipo de máquinas; en primer lugar, por la necesidad de comprobar los resultados de los productos de su fabricación. Asimismo, es razonable también la facilidad que ofrecen para el ensayo de las muestras que se le remiten, a fin de poder ofrecer las máquinas adecuadas y de su propia fabricación al cliente. No se debe olvidar la gran labor realizada por estos centros, tanto nacionales como extranjeros, promovidos por un interés legítimo del desarrollo de sus respectivos negocios, que han servido en muchos casos a minas y mineros; pero está muy lejos de la realidad el suponer que en estos centros privados de ensayo y hasta de investigación se puedan resolver todos los problemas que se presentan a la concentración de minerales. No hay más que considerar que el pie forzado de la efectividad de venta de sus propios productos no permite abordar problemas de estudio y experimentación presumiblemente poco rentables, y con frecuencia tienen que limitarse a los elementos que están incluidos en su fabricación.

En resumen, estos laboratorios se deben incluir más correctamente entre los elementos auxiliares de la industria de la construcción de maquinaria que en las del presente capítulo.

Laboratorios de centros oficiales y paraestatales

Los laboratorios que corresponden a este apartado serán objeto de detallado análisis en el presente capítulo, pues son los que hasta ahora han venido sirviendo a la industria minera, con una visión más objetiva y amplia. Y se espera sean de gran utilidad en un futuro próximo, para obtener los frutos del desarrollo del Plan Nacional de Minería, ya que constituyen la base firme con la que habrá que contar para atender las necesidades en esta importante rama.

Los laboratorios oficiales y paraestatales se pueden considerar como el núcleo de la «investigación básica», mientras que los dos anteriores lo son de la «investigación aplicada».

10.1 EVOLUCION DE LA PREPARACION DE MINERALES

La concentración de minerales nace al mismo tiempo que la minería en la historia del hombre. Desde el primer «escogido a mano» y los lavaderos de Laurium en Grecia, la recogida del oro con plumas engrasadas (algunos auto-

res las citan como la primera aplicación del principio de flotación), la epopeya del «bellocino de oro» o la concentración en canales que practicaron los romanos, hasta los modernos métodos actuales, hay un gran cúmulo de experiencias como en cualquier otra actividad humana. Pero el ritmo con que ha evolucionado esta técnica ha sido muy variable y, sobre todo, con una extraordinaria actividad a partir del último gran conflicto mundial.

Durante mucho tiempo la «concentración de minerales» fue una disciplina afín al arte de la minería, y el tipo de sus instalaciones queda reflejado, desde la edad media hasta mediados del pasado siglo, en los conocidos grabados de Agricola, con pocas innovaciones.

Por entonces era idea general que el provecho que se podía obtener de una explotación minera procedía únicamente de la riqueza y características del criadero; el lavado del mineral tenía una importancia secundaria, y, no obstante, ¡aun en aquella época!, la influencia y trascendencia de una innovación de los métodos de concentración de minerales, cual fue la amalgamación por el procedimiento del patio, desarrollada por el español Barba, repercutió en la puesta en producción de muchas minas y en la fundación y florecimiento de ciudades americanas. Pero de todos modos este razonamiento, que para aquellos tiempos era lógico y válido, porque, en resumen, las necesidades de primeras materias minerales quedaban cubiertas ampliamente con la producción de las menas obtenidas en las minas «ricas», no lo es en el momento actual ni en el futuro, puesto que los términos en que se plantea el problema son radicalmente distintos.

Como el consumo de minerales en el área mediterránea primero y después en toda Europa sometió a sus yacimientos a intensa explotación, fue originando el empobrecimiento natural de los buenos yacimientos, lo que promovió después la política de colonialismo de las naciones industrializadas ante la imperiosa necesidad de suministro de materias primas minerales. Mientras tanto Norteamérica desarrollaba sus propios recursos con la mejora de la técnica de la preparación de minerales, en la que destaca la mesa Wifley, la machacadora Blaque y la sustitución de la energía animal o la rueda hidráulica por la mecánica, siguiendo su ejemplo más o menos de cerca los demás países. Ya en este tiempo se siente la necesidad del ensayo previo de los minerales en los laboratorios de concentración de minerales. El primero que se estableció en España fue el de la fundación Gómez Pardo, que al lado del laboratorio de química analítica y docimasia se instaló en dos naves contiguas los elementos necesarios, tales como machadora de mandíbulas, molinos de rodillos y bocartes, trómeles clasificadores, amalgamadora, mesas Wifley, criba hidráulica, etc. Al mismo tiempo se desarrollan los estudios y experimentos con base científica, lo que hace evolucionar esta disciplina experimental hacia una tecnología. Entre la Primera y Segunda Guerra Mundial se desarrolla la flotación diferencial de los sulfuros que permite el aprovechamiento de importantes reservas de minerales complejos especialmente en Norteamérica y proporciona el medio de cubrir en gran parte las necesidades de metales de la Segunda Guerra. España participa en esta solución, siendo de destacar los estudios del ingeniero de minas don Leopoldo Bárcena y la planta de tratamiento de la Compañía Asturiana de Minas, que en su tiempo marca un hito entre las plantas de Europa.

Pero al finalizar la última contienda, la técnica del aprovechamiento de las sustancias minerales ha entrado

en un activo período de investigación y desarrollo en el que toman parte activa los países europeos al mismo tiempo que Norteamérica, Canadá y Australia. La crisis de materias primas minerales y los resultados prácticos obtenidos están compensando los esfuerzos que se vienen realizando. De esta manera, las reservas de minerales útiles se han aumentado considerablemente, al encontrarse adecuados procedimientos de concentración para criaderos hasta ahora sin posible aprovechamiento.

Con el fin de acelerar el desarrollo de estas técnicas, y como consecuencia también del espíritu de cooperación internacional que se ha ido imponiendo al término del último conflicto mundial, en agosto de 1952 se iniciaron reuniones periódicas de carácter internacional, dentro del ámbito de la OEEC con el Working Party número 9, seguido del Symposium of Mineral Dressing en septiembre del mismo año en Londres, formándose unas comisiones y viajes de estudios por Europa, Norteamérica y Canadá, cuyos estudios se dieron a conocer en las publicaciones de la OEEC. Considerando los últimos resultados obtenidos del conocimiento de métodos y cambio de ideas, se acordó propulsar reuniones periódicas internacionales de especialistas para fomentar los avances técnicos, y de esta manera se han ido sucediendo los Congresos internacionales de preparación de minerales.

Paris.....	Septiembre	1953	Congrés des laveries de Mines Metalliques francaises.
Alemania.....	Mayo.....	1955	Internationales Congrès für Eisenbereitung.
Estocolmo ...	Septiembre	1957	The International Mineral Dressing Congrès.
Londres	Septiembre	1960	The International Mineral Processing Congrès.
Cannes.....	Mayo.....	1963	VI Congrès International de la Preparation des Minerais.
Nueva York	Septiembre	1964	VII Congreso Internacional de Tratamiento de Minerales.
Leningrado	Junio.....	1968	VIII Congreso Internacional de Preparación de Minerales.
Praga	Junio.....	1970	IX Congreso Internacional de Preparación de Minerales.

10.2 TENDENCIAS GENERALES DE LA PREPARACION DE MINERALES EN LA TECNOLOGIA MODERNA Y SU RELACION CON LOS LABORATORIOS

Como anteriormente se ha señalado el planteamiento actual de la preparación de minerales, es preciso efectuarlo en términos bien distintos a como se ha venido considerando, para enfrentarse a la realidad en el momento presente y en el futuro inmediato.

En efecto, el factor decisivo en este cambio de circunstancias es el crecimiento ininterrumpido de la demanda de materiales y minerales en el mundo, como puede observarse en cualquier gráfico estadístico; por encima de los conocidos ciclos evolutivos, y paralelamente como condición imprescindible para lograrlo, el aumento progresivo del valor de los minerales (valor real referido al valor constante del dinero). La correlación de estos dos factores es característica para cada mineral que se considere y da un índice indicativo de las posibilidades de produc-

ción, tanto mundiales como nacionales o regionales. No se va a entrar aquí en el estudio de este fenómeno económico, pero sí hacer constar que lo que se ha expuesto anteriormente es la consecuencia de todo tipo de estudios estadísticos y, al mismo tiempo, la base para la previsión del futuro próximo.

En el esquema resumido del incremento de precios y producciones, cierto en cuanto a tendencias generales, se han de señalar ciertas anomalías que aparentemente pudieran contradecirlo. Se hace referencia, en primer lugar, a las variaciones de precios en periodos próximos, que acusan alzas y bajas; éstas se rigen por la evolución de los ciclos de actividad industrial (estudiados primeramente en la industria minera), que si inicialmente fueron de siete años con dos máximos y un mínimo hacia la mitad, al ampliarse la base de los países industrializados es hoy de unos once años de periodo, con dispositivos análogos y con cierta tendencia a ampliarse, pero en ellos han de considerarse los valores medios para deducir la tendencia general. En segundo lugar, no se puede olvidar el fenómeno de la «sustitución» de un mineral o metal por otro o por otras materias, como los plásticos; sirvan como ejemplo del primero el caso bien conocido del cobre por el aluminio, que originó una baja de consideración en el primero al alcanzar el segundo su desarrollo industrial; pero que después, y a partir de la cota alcanzada, ha seguido el cobre una evolución idéntica a la de los demás metales; en el momento actual se está en presencia de un caso análogo en cuanto al carbón con los productos petrolíferos, aunque las medidas de coordinación de actividades no lo han hecho tan espectacular. El estaño ha sufrido también una «sustitución» por los plásticos, que si no se ha manifestado con un declive de su precio por una serie de factores que sería prolijo enumerar, sí ha limitado el techo de sus cotizaciones. Pero en todos estos casos, que es preciso tener en cuenta para el estudio monográfico de cada metal o mineral, no se contradice el principio general.

En estas circunstancias contribuyen para llenar las necesidades crecientes de minerales del mundo, no sólo las menas «ricas», sino también las «pobres». Las leyes límites de las menas, que señalan la posibilidad de su aprovechamiento, va decreciendo continuamente, en un proceso secular, que está regulado a su vez por dos factores:

- El incremento secular de los precios reales de los metales.
- El desarrollo de la técnica de la preparación de los minerales.

De aquí resulta que las reservas de minerales de que puede disponer la humanidad, en términos generales, lejos de irse agotando a medida que se van explotando, aumenta. Este aumento es el resultado del trabajo incesante del desarrollo de la técnica de la minería en sus tres ramas principales: la prospección, la preparación de menas y el laboreo, ayudadas en menor medida por la metalurgia.

Los países industrializados han agotado prácticamente sus menas «ricas», primero los europeos y después, en una parte importante, Norteamérica. Otras minas ricas se han ido descubriendo en otras regiones del globo y se están explotando, y a éstas seguirán otras, pero los primeros no han renunciado a su actividad minera, sino que, por el contrario, la han redoblado, porque hay más minerales en la corteza terráquea distribuidos en menas pobres que

en las ricas, y es preciso su utilización para satisfacer la demanda, si bien la explotación de las menas pobres exige una técnica mucho más depurada y una inversión de capitales mucho mayor.

Hay que considerar que al terminar la última guerra se planteó la falta de materias primas minerales y la manera de solventarla ha sido el desarrollo de la técnica de la concentración de minerales, y así, coincidiendo con el VI Congreso de Minería en Madrid, se celebró en Praga otra reunión de semejante importancia, que fue el IX Congreso Internacional de Preparación de Minerales, que marcó el orden lógico que exige el desarrollo de la minería en el momento actual y que, en resumen, es:

Empleo de la prospección para determinar la existencia de un yacimiento y determinación por medio de ensayos de concentración, de los rendimientos que pueden obtenerse y de sus costos respectivos; esto lleva a fijar las leyes mínimas de la mena, pero teniendo, además, en cuenta el rendimiento de todos los elementos que la constituyen, y permite fijar al prospector la cubicación útil del criadero, que servirá de base para considerar las condiciones de explotabilidad y laboreo en su caso.

El trinomio prospección-concentración de menas-laboreo es hoy la estructura en la que se basa el desarrollo de la industria minera, claro está que sin prescindir del precio futuro o tendencia de precio de cada mineral, que es función de la demanda previsible. De este modo es como se han desarrollado los más espectaculares avances en la explotación de minerales en los últimos años desde las taconitas americanas a los nefelinos soviéticos, y como todos los días se reanudan las puestas en marcha, sobre todo en los países industrializados, de minas consideradas agotadas, pero que por una revisión de métodos de las tres técnicas citadas, en los que siempre, al menos en todos los casos en que se ha obtenido información, tienen una participación decisiva, los resultados de la investigación de la concentración de minerales.

Ahora bien, para lograr el desarrollo de la preparación de minerales, la herramienta o elemento indispensable es el laboratorio.

Esta necesidad de laboratorios de preparación de minerales, como es natural, se ha sentido en todas las naciones industrializadas o en trance de desarrollo, salvo en el caso de Norteamérica, que desde antiguo ha venido contando con ellos, y en todos los demás países se han ido creando, al menos en el régimen actual, después de la última contienda.

Se da a continuación un resumen del estado de los distintos países.

10.2.1 ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos, el Bureau of Mines se ocupa entre sus actividades de la concentración de minerales por medio de las «Divisiones Metalúrgicas y de 23 estaciones experimentales», repartidas en distintos puntos del país, la mayor parte en lugares donde existe una Universidad con la que se establece una relación y colaboración de tipo personal y no reglamentada. Hay algunas que se dedican a un solo problema, por ejemplo, Schuylkill Haven, que se dedica a estudios de carbón, otras sobre combustibles líquidos y gas natural. La estación más pequeña ocupa 16 personas de plena dedicación y 8 parcialmente, y la mayor, la del Est. College Parck, 150 personas, de las que la tercera parte son técnicos superiores. Por su parte,

las universidades realizan estudios casi siempre en relación con la industria y otras tienen centros independientes para este fin. Pero hay que tener en cuenta que la mayor parte de la investigación la realizan empresas particulares en laboratorios con extraordinarios medios, a los que dedican un porcentaje de los gastos.

10.2.2 INGLATERRA

País tradicionalmente poco propicio a crear centros estatales, cuyos fines venían realizándose por las empresas particulares, ha inaugurado en 1953 el «Warren Spring Laboratory», modelo en su género para investigar varias técnicas, pero dedicado en su mayor parte a la de tratamiento de minerales. Las universidades tienen laboratorios que trabajan a particulares, y en la Real Escuela de Minas de Londres es en la primera que se obtiene título de esta especialidad.

10.2.3 FRANCIA

Este país se ha percatado desde el final de la guerra pasada de la extraordinaria importancia que revestía para su economía el estudio de la concentración de minerales y puede decirse que marca en Europa actualmente el camino a seguir en esta investigación. Sus actividades están distribuidas por centros de organización de trabajos, unas veces de carácter netamente particular, como son la CERPHOS (Centre d'Etudes et de Recherches des Phosphates Minéraux), que es una Sociedad Anónima constituida por los productores de fosfatos de África del Norte y África Occidental, y la Société de Minerais et Metaux, formada también por aportación de varias empresas, entre las que predomina la Sociedad de Peñarroya. Otras veces la investigación se realiza a través de los Sindicatos y con ayuda estatal, como son la CERCHAR, dedicada a la investigación de la concentración y aprovechamiento de los carbones, y la IRSID (Institut de Recherches de la Sidérurgie Française).

Todas estas organizaciones poseen unos magníficos laboratorios, donde se aplican todas las técnicas de la concentración e investigación, y su influencia sobre la producción de minerales franceses ha sido y es tan extraordinaria que han modificado las cifras de las reservas de minerales aprovechables del país y territorios anejos. Asimismo, esta influencia se hace sentir en el exterior, y siguiendo el modelo de la CERCHAR, se ha desarrollado el Instituto del Carbón de Oviedo, en España, cuya repercusión en la industria del carbón está siendo tan beneficiosa.

10.2.4 ALEMANIA

Los grupos de investigación residen en las universidades, que tienen grandes medios a su disposición, con institutos anejos a las cátedras y, además, cuentan con los laboratorios de las grandes empresas.

10.2.5 RUSIA

Los trabajos de investigación se realizan en muchos centros, en general, en relación con las universidades. El organismo encargado directamente del proyecto y cons-

trucción de las plantas de tratamiento es el Instituto Mehanobre; éste dispone en Leningrado de un extenso laboratorio dispuesto para trabajar simultáneamente en cada sección sobre un gran número de muestras; dispone también de talleres mecánicos para la construcción de maquinaria y el número de plantas de todos los minerales que ha montado y distribuido en su extenso territorio es enorme.

10.2.6 CHECOSLOVAQUIA

En este pequeño país, cuya importancia minera e industrial en términos absolutos es menor que la de España, viene trabajando un centro dedicado a preparación de minerales con establecimientos en tres puntos del país. Próximo a Praga existe un laboratorio para ensayos de tipo semi-industrial, que es modelo en su género; trabajan en total entre los tres centros unas 600 personas, de las cuales el 60 por 100 son técnicos superiores, y dirigen el montaje de plantas en Hispanoamérica, especialmente en Cuba.

10.2.7 YUGOSLAVIA

Con el desarrollo de la minería, después de la última guerra se han fundado cinco centros o universidades de minería, dotadas de excelentes laboratorios de preparación de menas, que están demostrando su eficacia.

10.2.8 CONSECUENCIAS DIRECTAS DE UNA TECNOLOGÍA INSUFICIENTE

No se siguen citando ejemplos, puesto que es un problema que preocupa a escala mundial, y un índice de la amplitud del mismo puede deducirse de los trabajos que se resumen en las publicaciones de los nueve congresos internacionales que hasta ahora se han celebrado, así como los que se incluyen en todas las revistas técnicas de la especialidad.

Si se pasa revista a las circunstancias que concurren en la industria de la concentración de minerales que queda reflejada en este trabajo, se aprecia la gran cantidad de plantas existentes de pequeña capacidad, con escaso control, bajos rendimientos, etc. y, en una palabra, con técnica insuficiente. Un conjunto de factores coadyudan a crear esta situación, y no es de los menos importantes la falta de disposiciones administrativas sobre estas materias, en especial en el Reglamento para el Régimen de la Minería, que permite la instalación de plantas sin cubrir un mínimo de condiciones técnicas. Por otra parte, es poco conocida en ciertos ambientes mineros la importancia real de estas instalaciones en el conjunto de la industria minera.

No es lo más grave que un lavadero mal concebido o deficientemente llevado arroje a la escombrera una porción de mineral útil que debía haberse aprovechado, con el consiguiente perjuicio directo al explotador y a la nación, por tratarse de un patrimonio de ésta que ha cedido al primero para su beneficio; el perjuicio mayor se origina en que las reservas de la mina están reguladas por la técnica empleada en el lavadero, que, como antes se ha expuesto, es donde se define la distinción entre mena o roca estéril, de lo que resulta que con técnica deficiente muchas minas con un sistema racional de laboreo y una organización de servicios correcta, están encubriendo una

explotación «de rapaña» o «florea la mina», ya que dejan en su interior un mineral que con mejor técnica en el lavadero sería económicamente beneficiable, y en un yacimiento así tratado, aunque pueda pensarse que aquél puede explotarse después, las condiciones económicas para este aprovechamiento posterior son tan poco favorables que ha representado en muchos casos el abandono de las minas. Aun advirtiendo que la frase tiene un valor relativo, podría resumirse lo anterior diciendo que «el lavadero es el que crea la mina», o como en otros términos ha expresado la primera autoridad minera norteamericana: «La obtención de primeras materias minerales es cuestión de técnica.»

10.3 LABORATORIOS NACIONALES Y SUS CARACTERÍSTICAS

Para la organización futura de una posible vigilancia y control de los lavaderos actuales y, sobre todo, los que en lo sucesivo puedan montarse, los órganos dirigentes de la minería podrán contar con los laboratorios que por estar parcial o totalmente subvencionados por el Estado son los que se consideran en este apartado.

En el cuadro sinóptico que a continuación se expone se indican por orden alfabético los laboratorios existentes y la actividad más destacada a que se dedican, si bien no debe entenderse como exclusiva.

LABORATORIOS DE PREPARACION DE MINERALES

Centro del que dependen	Campos de actividades más destacadas
CENIM	Minerales de hierro - peletización.
Empresa Nacional Adaro	Menas en general.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.	Menas en general.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas-Oviedo	Menas en general.
Instituto del Carbón	Concentración del carbón.
Instituto Geológico y Minero de España	Menas en general.
Junta de Energía Nuclear	Hidrometalurgia.

Se expondrá a continuación una información de conjunto de cada uno de los anteriores laboratorios.

10.3.1 CENIM

Hacia el año 1963, el Instituto del Hierro y del Acero sintió la necesidad de disponer de un laboratorio de preparación de minerales para investigar la posible mejora del contenido de hierro y de las características de los minerales para el suministro a las industrias siderúrgicas. En el espacio de menos de dos años se construyó una espaciosa nave y se adquirieron las máquinas necesarias, que unido a disponer de magníficos laboratorios de análisis químicos, talleres mecánicos y, posteriormente, laboratorio petrográfico, le ha permitido desarrollar una investigación metódica de los minerales de hierro españoles, al mismo tiempo que realiza estudios a distintas empresas que lo solicitan.

Es de destacar que como posee una instalación para el estudio y ensayo de procesos siderúrgicos y, en general, metalúrgicos, le ha permitido y está en condiciones de proseguir los ensayos de concentración, en la fase del

beneficio de los minerales, por métodos metalúrgicos. Para este fin una de las características que ha debido cumplir es la obtención de una muestra de concentrado en cantidad suficiente para ser tratada en los hornos, por lo que desde el primer momento ha dispuesto, aparte de los elementos precisos en todos los laboratorios de preparación de minerales (aparatos de conminución, demuestre, de clasificación, de concentración magnética, gravimétrica, flotación, etc.), de un circuito continuo de molienda, clasificación (mixto de clasificador Akins e hidrociclón) a tamaños finos y concentración magnética de una capacidad de unos 300 kg/h, con el que realiza pruebas de peletización en aparatos de disco de que dispone, que posteriormente se les somete a los procesos de secado y cocción. Este tipo de ensayos es pieza fundamental para el proyecto y realización en su día de las plantas de peletización que son necesarias para el aprovechamiento de importantes yacimientos españoles, como es bien sabido, y se señala que el laboratorio está en condiciones de proseguir la investigación en otros caminos que exigiera la técnica actual, tal como estudios de prerreducción, etc.

Aparte de lo anterior, el Instituto del Hierro y del Acero ha ampliado sus actividades y ha pasado a ser el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, y, consecuentemente, su laboratorio de preparación de minerales está en condiciones de efectuar ensayos sobre los demás minerales, pero se ha querido destacar su instalación de marcha continua de concentración y peletización de minerales de hierro, porque llena un hueco muy importante en el conjunto de laboratorios de que se dispone.

10.3.2 EMPRESA NACIONAL ADARO DE INVESTIGACIONES MINERAS, S. A.

Cuando en el año 1963 se pensó montar por esta Empresa el laboratorio de preparación de minerales fue debido a una perentoria necesidad para proseguir el desarrollo de sus fines, ya que precisaba comprobar o mejorar la marcha de los lavaderos de minerales adscritos a ella, o de empresas afines, completar sus investigaciones de prospección de criaderos, cotejando su rendimiento industrial y marcando los límites de riqueza para determinar la cubicación probable, etc.; disponía, además, de todas las instalaciones auxiliares precisas, como el laboratorio petrográfico, talleres mecánicos, laboratorio químico, ensayos físicos de rocas, etc. Consecuente con lo anterior, y tal como se refleja en las memorias anuales de esta sociedad, sobre este laboratorio ha recaído un trabajo intenso, y los resultados obtenidos han sido de gran utilidad para la empresa, así como también para muchas otras y particulares que han solicitado sus servicios.

El laboratorio actual está montado para estudios sobre «pequeñas muestras», pero está proyectada la ampliación, en una fase posterior, de instalaciones pilotos, no creyendo que ofrezca dificultad, dado que dispone de sitio, elementos y personal para su realización.

10.3.3 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE MADRID

Este laboratorio, que ocupa las naves del que fue el primer laboratorio de concentración de menas de España, el de la Fundación Gómez Pardo, fue totalmente remozado y equipado en 1954. Está destinado, por una

parte, a la misión docente, y, por otra, a la investigación y ensayos para memorias de fin de carrera, de doctorado o de particulares que acuden a él. Realiza también trabajos de investigación propuestos y aprobados por el Ministerio de Educación y Ciencia y otros, propios de la cátedra.

Como laboratorios auxiliares, tales como petrografía, minerografía, espectrografía, química, talleres, etc., se utilizan los que dispone la Escuela en las distintas cátedras.

En el conjunto de la labor desarrollada en la investigación de la preparación de menas en todos los países principales destaca el papel que se reserva a los laboratorios como éste, afectos a un centro superior de enseñanza, que en colaboración con los que están dedicados a la investigación aplicada, y que cuentan con mayores medios y aparatos para realizar pruebas sobre volúmenes de muestras mayores, prestan una importante ayuda, sobre todo en el campo de la investigación básica.

10.3.4 ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS DE OVIEDO

Semejante al anterior, y de formación más reciente, cuenta con un equipo muy completo de elementos, que le sitúa en condiciones y posibilidades análogas.

10.3.5 INSTITUTO DEL CARBON DE OVIEDO

Creado en 1947, se dedica a todo lo referente al estudio de dicho combustible, y entre sus actividades está, como es lógico, la de la concentración, esquema de lavaderos, comprobación de la marcha de las plantas de lavado y de sus elementos, etc.

Constituido sobre una base semejante al de CERCHAR, de Francia, y ateniéndose a las mismas normas en cuanto a las curvas de lavabilidad, determinación de las imperfecciones de los aparatos, etc., ha desarrollado sus propios métodos de trabajo y ha adquirido merecidamente un prestigio tal que, sin estar obligadas por reglamentaciones oficiales, la mayor parte de las empresas carboníferas de España le hacen intervenir para el estudio de sus carbones y de sus plantas de lavado. Su influencia se ha dejado sentir paulatinamente en todas las ramas de esta industria con una mejora continuada de las plantas y sistemas de concentración de acuerdo con la técnica actual.

10.3.6 INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Empezó a funcionar en el año 1943 y ha venido trabajando ininterrumpidamente desde aquella fecha, por lo que durante mucho tiempo ha sido el único laboratorio de esta especialidad del que han dispuesto muchos mineros españoles para solucionar sus problemas, lo que le ha hecho adquirir una larga y variada experiencia.

En la actualidad se ha remozado, ampliando los locales e instalando una maquinaria moderna que, unida a los elementos que ya poseía, le permiten desarrollar una labor que puede abarcar todo el campo de la concentración de los más variados minerales, no solamente sobre muestras pequeñas, sino también en marcha continua en régimen semi-industrial.

Dispone también de hornos para ensayos térmicos minerales, tanto para muestras pequeñas con tratamiento

discontinuo en crisoles y muflas como en marcha continua de tipo semi-industrial, que, como se sabe, son ensayos imprescindibles en ciertos minerales.

Como laboratorios auxiliares cuenta con los de petrografía, química, microsonda electrónica, fluorescencia y difracción de rayos X, espectrografía de emisión y absorción atómica, de otros departamentos del propio Instituto Geológico.

10.3.7 JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

Destacan de este laboratorio sus elementos para el estudio de tratamientos de minerales, por vía química, que constituyen los procesos hidrometalúrgicos.

Se dispone de todos los elementos necesarios, desde la toma de muestras, trituración y molienda, lixiviación de los géneros y tratamiento hidrometalúrgico, control de temperatura, regulación de pH y potencial redox, filtros a presión, columnas de cambio de ión, etc., de una capacidad de tratamiento de unos dos metros cúbicos por día. Además, para tipo de ensayos semi-industriales a mayor escala tiene una planta de extracción por disolventes, que le permite tratar hasta 50 metros cúbicos por día.

También dispone de equipos de hornos, entre los que se encuentran unidades de fluidificación.

Entre el conjunto de laboratorios que queda expuesto tiene éste, aparte de los generales comunes a todos, un campo de acción en la técnica de la hidrometalurgia que por su desarrollo actual, además de su aplicación al caso específico de los minerales de uranio, es de aplicación a una variedad cada vez mayor de minerales.

10.3.8 RESUMEN

De la breve exposición de los centros de trabajo dependientes de la Administración, que antecede, resulta que en el momento actual se cuenta con un conjunto que puede cubrir las necesidades españolas, tanto en cuanto a capacidad de trabajo como en cuanto a los distintos procesos a emplear.

No se ha detallado cada uno de los aparatos y elementos que componen cada laboratorio, aunque esto se hará preciso si se acuerda una estructuración y ordenación de trabajos, como se indica en las «recomendaciones» más adelante; pero el examen de los mismos resulta que, aunque pudiera parecer que hay un exceso de elementos de uso general, no es así, puesto que son necesarios. En efecto, cuando se trata del estudio de una determinada muestra puede resolverse unas veces con una serie de ensayos sistemáticos que se realizan en poco tiempo, pero muchas veces el problema resulta complejo y puede ocupar la actividad de los operadores durante semanas o meses; la existencia de varios laboratorios permitiría el distribuir los trabajos, dando una continuidad y eficacia, que, de otro modo, podrían producir demoras importantes. En cambio, en los procesos fáciles, como son los que presentan la concentración de los carbones, los ensayos están sistematizados y un solo centro puede tener capacidad y eficacia para atender a todo un sector.

De un estudio posterior podría deducirse consecuencias de importancia, como la de aconsejar o dirigir algún laboratorio en una determinada especialización, según las necesidades de cada momento.

10.4 RECOMENDACIONES

- Se precisa, en defensa de los intereses de la riqueza minera de España, reglamentar la obligación de las empresas de someter sus instalaciones de concentración de toda clase de minerales, tanto las que están en funcionamiento como las que en el futuro se proyecten, al estudio e informe de los laboratorios oficiales, para que la Administración pueda ejercer un mayor control técnico de las mismas.
- Para la utilización racional del potencial que representan todos los laboratorios de que se dispone sería preciso establecer un nexo de unión entre los

mismos mediante la creación de una Jefatura que dependiente, con el rango que se determine, de la Dirección General de Minas, determine y oriente los trabajos a realizar por cada uno de ellos según sus posibilidades.

- Esta determinación de los distintos trabajos deberían posteriormente dirigirse hacia una especialización de los laboratorios según aconsejaran las circunstancias.
- Deberá fomentarse el intercambio de información y métodos de trabajo entre los distintos centros, lo que redundará en estímulo y mejora de todos ellos.

11. CONCLUSIONES

Aunque la recopilación en forma resumida de todo cuanto ha sido expuesto en relación con la preparación de los distintos minerales no resulta fácil por la gran variedad de minerales estudiados y las peculiares aptitudes de éstos en lo que a su preparación y concentración se refiere, se considera conveniente hacer una breve exposición sobre la situación de conjunto de la preparación de minerales del país, sacada del estudio efectuado y de las incidencias observadas en el transcurso de su realización.

En primer lugar hay que hacer constar que, si bien el estudio de las instalaciones de preparación de minerales no se ha podido efectuar en su totalidad por el gran número de éstas, sí se ha efectuado en un porcentaje suficiente para poder formar un juicio bastante aproximado de la situación del sector.

La lentitud observada en la conformación de las fichas y la deficiente calidad de éstas, atribuible principalmente a la falta de datos fundamentales que con carácter obligatorio deben llevarse en toda instalación de preparación de minerales, denota la escasa atención que se presta a las operaciones de mantenimiento y control

de marcha de una gran parte de las instalaciones, probablemente por una falta de dirección técnica adecuada.

Esta falta de datos sobre las instalaciones estudiadas se ha podido comprobar igualmente en las Secciones de Minas, a través de las cuales se ha efectuado la conformación de las fichas, y ello indica la falta de control oficial por parte de la Administración en este sector de la minería.

El análisis de las fichas correspondientes a las instalaciones de preparación de los minerales que comprende cada uno de los grupos de trabajo ha permitido establecer con bastante aproximación la situación actual dentro de cada grupo, quedando ampliamente recogida en todo lo que antecede.

Como resumen final puede decirse que, si bien existe un cierto número de instalaciones correctamente concebidas y técnicamente bien llevadas, el resto, a gran distancia de las anteriores, no pueden considerarse como satisfactorias por no reunir las condiciones tecnológicas y operatorias que con arreglo a las técnicas actuales se utilizan en los países avanzados.

12. RECOMENDACIONES

Examinada en su conjunto, la preparación de minerales no presenta una situación que pueda considerarse como verdaderamente satisfactoria, pues adolece de defectos de índole distinta, que es preciso corregir.

Por ello, y estimando que una de las principales causas de esta situación se debe a la falta de una intervención técnica más activa y eficaz por parte de la Administración en todo lo referente al sector, se recomienda como sumamente necesario y urgente la creación de un organismo de carácter técnico dependiente de la Dirección General de Minas, cuya misión principal sería el asesoramiento y control técnico oficial de las instalaciones de preparación de minerales del país, de acuerdo con un programa de realizaciones conducente a un mejor aprovechamiento de los recursos minerales.

La planificación de este programa de realizaciones deberá comprender los siguientes puntos:

Formación del inventario de las instalaciones de preparación de minerales del país

Este trabajo, que ha sido iniciado como base para la preparación de esta monografía, no ha podido, por su gran amplitud, ser realizado en su totalidad, y, por ello, se considera de la máxima importancia terminarlo y perfeccionarlo para poder disponer en todo momento de los datos, tanto técnicos como operacionales, puestos al día, correspondientes a todas las instalaciones de preparación de minerales del país.

Revisión técnica de las instalaciones

Sería sumamente conveniente disponer lo necesario para efectuar una revisión técnica de las instalaciones existentes, al objeto de conocer de una manera directa sus peculiares características y proponer, como consecuencia, aquellas medidas que, en su caso, se consideren necesarias para su mejoramiento.

Programa de modernización y reforma de las instalaciones actuales

Este programa será el resultado de la revisión técnica anterior y comprenderá los proyectos de modernización y

reforma que se estimen necesarios para mejorar la eficacia de las instalaciones actuales.

Concentración de instalaciones

Al objeto de mejorar técnica y económicamente la preparación de minerales de aquellas zonas en las que por predominar la pequeña y dispersa minería de una misma sustancia, pudiera ser conveniente su agrupación, para efectuar la preparación de sus minerales en instalaciones en régimen cooperativo, deberá estudiarse la posibilidad de esta solución.

Formación de personal especializado

Estimando que una de las causas principales del bajo nivel del sector se debe a la falta de personal especializado, se considera de sumo interés dedicar la máxima atención posible a la formación de personal técnico de esta especialidad, tanto en los grados superior y medio como en el de obreros especializados.

Legislación

Se considera necesario introducir dentro de la legislación minera nuevas normas que regulen con un mayor vigor técnico los siguientes puntos:

- Autorización de instalaciones nuevas y proyectos de modificación o reforma de instalaciones existentes.
- Autorización de escombreras.
- Normas de salubridad e higiene.
- Disposiciones para evitar la contaminación atmosférica y la de las aguas de los cauces públicos.

Control oficial

La falta de datos oficiales referentes al control de marcha de muchas de las instalaciones en servicio aconseja crear por parte de la Administración un sistema de recogida de éstos, al objeto de disponer de la información necesaria para llevar un control oficial hoy prácticamente inexistente y mantenerlo al día.

13. A N E J O

**MODELOS DE FICHAS DE INSTALACIONES UTILIZADAS
EN LA PREPARACION DE ESTE TRABAJO**

FICHA GENERAL

N.º

PROVINCIA

FICHA N.º

SUSTANCIA

FICHA N.º

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

PROGRAMA NACIONAL DE EXPLOTACION MINERA P. N. E. M.

GRUPO DE TRABAJO DE PREPARACION DE MINERALES

MINERALES

DATOS CORRESPONDIENTES A LA INSTALACION DE

PREPARACION DE MINERALES DENOMINADA:

DE LA EMPRESA:

DOMICILIO SOCIAL:

SITUACION GEOGRAFICA Y CRONOLOGIA

TERMINO MUNICIPAL

PROVINCIA

FECHA DE LA PUESTA EN MARCHA

FECHA DE LA ULTIMA AMPLIACION O REFORMA IMPORTANTE

LA INSTALACION HA TRABAJADO DURANTE

AÑOS

MESES

DATOS TECNICOS DE LA INSTALACION

A). — CAPACIDAD NOMINAL DE TRATAMIENTO EN 24 HORAS: _____ t.

SISTEMAS DE PREPARACION Y CONCENTRACION EMPLEADOS Y TONELAJES TRATADOS:

S I S T E M A	TONELAJE TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES
DESENLODADO.....	t.
TRITURACION.....	t.
MOLIENDA.....	t.
MEDIOS DENSOS.....	t.
GRAVIMETRIA.....	t.
FLOTACION.....	t.
SEPARACION MAGNETICA.....	t.
» ELECTRICA.....	t.
» NEUMATICA.....	t.
HIDROMETALURGIA.....	t.
TOSTACION.....	t.
CALCINACION.....	t.
PELETIZACION.....	t.
	t.
	t.
	t.

B). — TONELAJE DE MINERAL BRUTO TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ t.

C). — TONELAJE QUE SE DEBERIA HABER TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES SEGUN LA CAPACIDAD NOMINAL DE LA INSTALACION: _____ t.

DIFERENCIA: _____ t.

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO PONDERAL DE LA INSTALACION:

$$\frac{B).}{C).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

HORAS DE MARCHA Y PARADAS EN LOS 12 ULTIMOS MESES

D). — TOTAL DE HORAS CORRESPONDIENTES A LOS DIAS HABILES LABORABLES: _____ h. 100,00 %

E). — HORAS DE MARCHA DE LA INSTALACION, PASANDO MINERAL: _____ h. _____ %

F). — HORAS DE PARADA POR REPARACION, CAMBIOS DE PIEZAS DE DESGASTE, REVISIONES, ENGRASE, ETC.: _____ h. _____ %

G). — HORAS DE PARADA POR CAUSAS AJENAS A LA INSTALACION:

FALTA DE MINERAL: _____ h. _____ %

» » ENERGIA: _____ h. _____ %

» » AGUA: _____ h. _____ %

OTRAS CAUSAS: _____ h. _____ %

_____ h. _____ %

_____ h. _____ %

COEFICIENTE DE EFICACIA MECANICA DE LA INSTALACION: $\frac{E).}{E). + F).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO DE LA INSTALACION: $\frac{E).}{D).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$

DATOS ANALITICOS

PRODUCCIONES, LEYES Y RENDIMIENTOS EN LOS 12 ULTIMOS MESES:

PRODUCTOS	TONELADAS	LEYES %				RENDIMIENTO %			
TOTALES									

PERSONAL

N.º DE TECNICOS: _____
 N.º DE ADMINISTRATIVOS: _____
 N.º DE OBREROS: _____

PRODUCTIVIDAD

H).—N.º DE JORNALES EN LOS 12 ULTIMOS MESES, INCLUIDAS REPARACIONES, CONSERVACION, ETC.: _____
 TONELADAS BRUTAS TRATADAS POR OBRERO DIA:

B). _____ = _____ t.
 H). _____

ENERGIA ELECTRICA

¿PROPIA O ADQUIRIDA? _____
 POTENCIA INSTALADA: _____ C. V.
 N.º DE MOTORES: _____
 POTENCIA CONSUMIDA EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ kWh

ABASTECIMIENTO DE AGUA

PROCEDENCIA: _____

 CONSUMO DE AGUA NUEVA EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ m³
 IDEM RECUPERADA: _____ m³
 SISTEMA DE RECUPERACION: _____

 POTENCIA INSTALADA EN LAS BOMBAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA INSTALACION: _____ C. V.

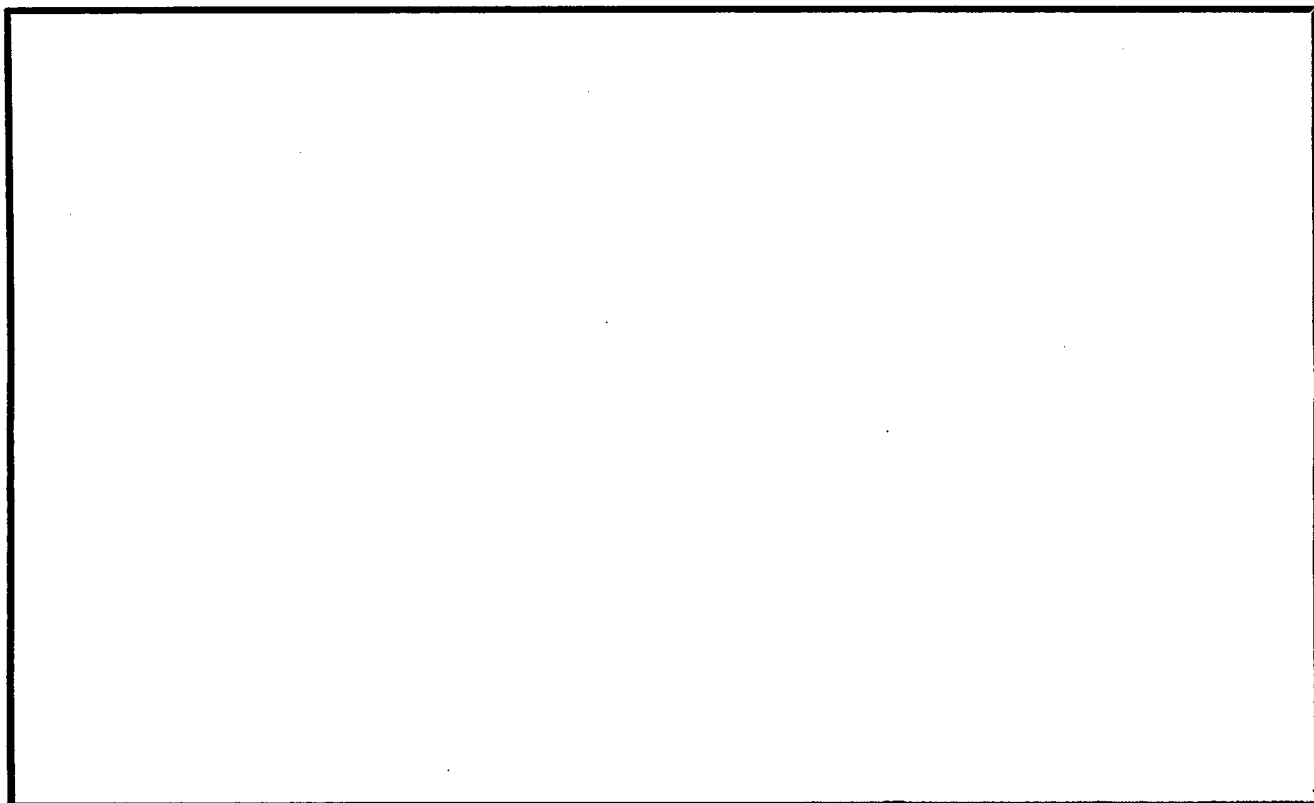
ESTERILES

ESTERILES GRUESOS.—SISTEMA DE ALMACENAMIENTO: _____
 ¿SE CONSIDERAN COMO RESERVA PARA POSTERIOR TRATAMIENTO? _____
 ESTERILES FINOS.—SISTEMA DE ALMACENAMIENTO O EVACUACION: _____

 SISTEMA DE DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES: _____

ESQUEMA DE TRATAMIENTO

NOMBRE DE LA INSTALACION: _____



DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA

Multiple horizontal lines for writing the equipment description.

FICHA GENERAL

N.º

PROVINCIA

FICHA N.º

SUSTANCIA

FICHA N.º

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

PROGRAMA NACIONAL DE EXPLOTACION MINERA P. N. E. M.

GRUPO DE TRABAJO DE PREPARACION DE MINERALES

R O C A S

DATOS CORRESPONDIENTES A LA INSTALACION DE

PREPARACION DENOMINADA:

DE LA EMPRESA: _____

DOMICILIO SOCIAL: _____

SITUACION GEOGRAFICA Y CRONOLOGIA

TERMINO MUNICIPAL _____

PROVINCIA _____

FECHA DE LA PUESTA EN MARCHA _____

FECHA DE LA ULTIMA AMPLIACION O REFORMA IMPORTANTE _____

LA INSTALACION HA TRABAJADO DURANTE _____ AÑOS _____ MESES

MATERIALES TRATADOS:

PROCEDENCIA:

CANTERAS:

PROPIETARIO DEL TERRENO

ESCOMBRERAS:

SALINAS MARITIMAS:

DESCRIPCION MINERALOGICA SIMPLE DEL MATERIAL BRUTO TRATADO:

CLASE DE SUSTANCIA BENEFICIADA:

COMPOSICION DE LA GANGA O RESIDUO DEL TRATAMIENTO:

ANALISIS QUIMICO COMPLETO DEL TODO-UNO:

_____	%	_____	%	_____	%	_____	%	_____	%
_____	%	_____	%	_____	%	_____	%	_____	%
_____	%	_____	%	_____	%	_____	%	_____	%

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL TODO-UNO:

TAMAÑOS mm.	PESO %
TOTAL	100,00

APLICACION QUE SE DA AL PRODUCTO Y SUBPRODUCTOS OBTENIDOS:

DATOS TECNICOS DE LA INSTALACION

A). — CAPACIDAD NOMINAL DE TRATAMIENTO EN 24 HORAS: _____ t.

SISTEMAS DE PREPARACION EMPLEADOS Y TONELAJES TRATADOS:

SISTEMA	TONELAJE TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES
TRITURACION.....	_____ t.
MOLIENDA.....	_____ t.
DESENLODADO.....	_____ t.
LAVADO.....	_____ t.
CLASIFICACION.....	_____ t.
SECADO.....	_____ t.
CALCINACION.....	_____ t.
	_____ t.
	_____ t.
	_____ t.

B). — TONELAJE DE MATERIAL BRUTO TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ t.

C). — TONELAJE QUE SE DEBERIA HABER TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES SEGUN LA CAPACIDAD NOMINAL DE LA INSTALACION: _____ t.
 DIFERENCIA: _____ t.

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO PONDERAL DE LA INSTALACION:

$$\frac{B).}{C).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

HORAS DE MARCHA Y PARADAS EN LOS 12 ULTIMOS MESES

D). — TOTAL DE HORAS CORRESPONDIENTES A LOS DIAS HABILES TRABAJADOS: _____ h. 100,00 %

E). — HORAS DE MARCHA DE LA INSTALACION PASANDO MATERIAL: _____ h. _____ %

F). — HORAS DE PARADA POR REPARACION, CAMBIO DE PIEZAS DE DESGASTE, REVISIONES, ENGRASES, ETC.: _____ h. _____ %

G). — HORAS DE PARADA POR CAUSAS AJENAS A LA INSTALACION:

FALTA DE MATERIAL A TRATAR: _____ h. _____ %
 » » ENERGIA: _____ h. _____ %
 » » AGUA: _____ h. _____ %
 OTRAS CAUSAS: _____ h. _____ %
 _____ h. _____ %
 _____ h. _____ %

COEFICIENTE DE EFICACIA MECANICA DE LA INSTALACION: $\frac{E).}{E). + F).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO DE LA INSTALACION:

$$\frac{E).}{D). + F).} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

DATOS ANALITICOS

PRODUCTOS, TAMAÑOS, LEYES O CALIDADES, Y TONELAJES EN LOS 12 ULTIMOS MESES:

PRODUCTOS	TAMAÑOS mm.	LEYES O CALIDADES				TONELAJAS	RENDIMIENTO PONDERAL %
ESTERILES							
TOTAL							

PERSONAL

N.º DE TECNICOS: _____

N.º DE ADMINISTRATIVOS: _____

N.º DE OBREROS: _____

PRODUCTIVIDAD

H).—N.º DE JORNALES EN LOS 12 ULTIMOS MESES, INCLUIDAS REPARACIONES, CONSERVACION, ETC.: _____
 TONELAJAS BRUTAS TRATADAS POR OBRERO DIA:

$$\frac{B).}{H).} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{t.}{}$$

ENERGIA ELÉCTRICA

¿PROPIA O ADQUIRIDA? _____
POTENCIA INSTALADA: _____ C. V.
N.º DE MOTORES: _____
POTENCIA CONSUMIDA EN LOS 12 ÚLTIMOS MESES
_____ kWh

ABASTECIMIENTO DE AGUA

PROCEDENCIA: _____

CONSUMO DE AGUA NUEVA EN LOS 12 ÚLTIMOS MESES: _____ m³
IDEM RECUPERADA: _____ m³
SISTEMA DE RECUPERACION: _____

POTENCIA INSTALADA EN LAS BOMBAS DE ABASTECIMIENTO DE
LA INSTALACION: _____ C. V.

ESTERILES

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO: _____

¿SE CONSIDERAN COMO RESERVA PARA UN POSTERIOR TRATAMIENTO? _____
SISTEMA DE DEPURACION DE LAS AGUAS RESIDUALES: _____

SISTEMA DE CONTROL

SISTEMA DE PESAJE: _____
TOMA DE MUESTRAS ¿MANUAL O AUTOMÁTICO? _____
NUMERO DE MUESTRAS DIARIAS: _____
PRODUCTOS SOBRE LOS QUE SE TOMAN: _____

¿DISPONEN DE LABORATORIO? _____
NUMERO DE DETERMINACIONES POR AÑO: _____

CONSUMOS POR TONELADA TRATADA

FUERZA MOTRIZ: _____ kWh
AGUA NUEVA: _____ m³
AGUA RECUPERADA: _____ m³
ACERO EN TRITURACION - MANDIBULAS, CAMISAS: _____ g/t.
ACERO EN MOLIENDA - BARRAS: _____ g/t.
» » BOLAS: _____ g/t.
» » REVESTIMIENTOS: _____ g/t.
OTROS MATERIALES EMPLEADOS EN EL PROCESO: _____ g/t.
_____ g/t.
_____ g/t.

EN CASO AFIRMATIVO, INDICAR LAS CARACTERISTICAS DEL MISMO Y LA FECHA DE SU EJECUCION
ACOMPAÑANDO UN ESQUEMA

OBSERVACIONES:

ENCUESTA EFECTUADA POR LA SECCION DE MINAS DE

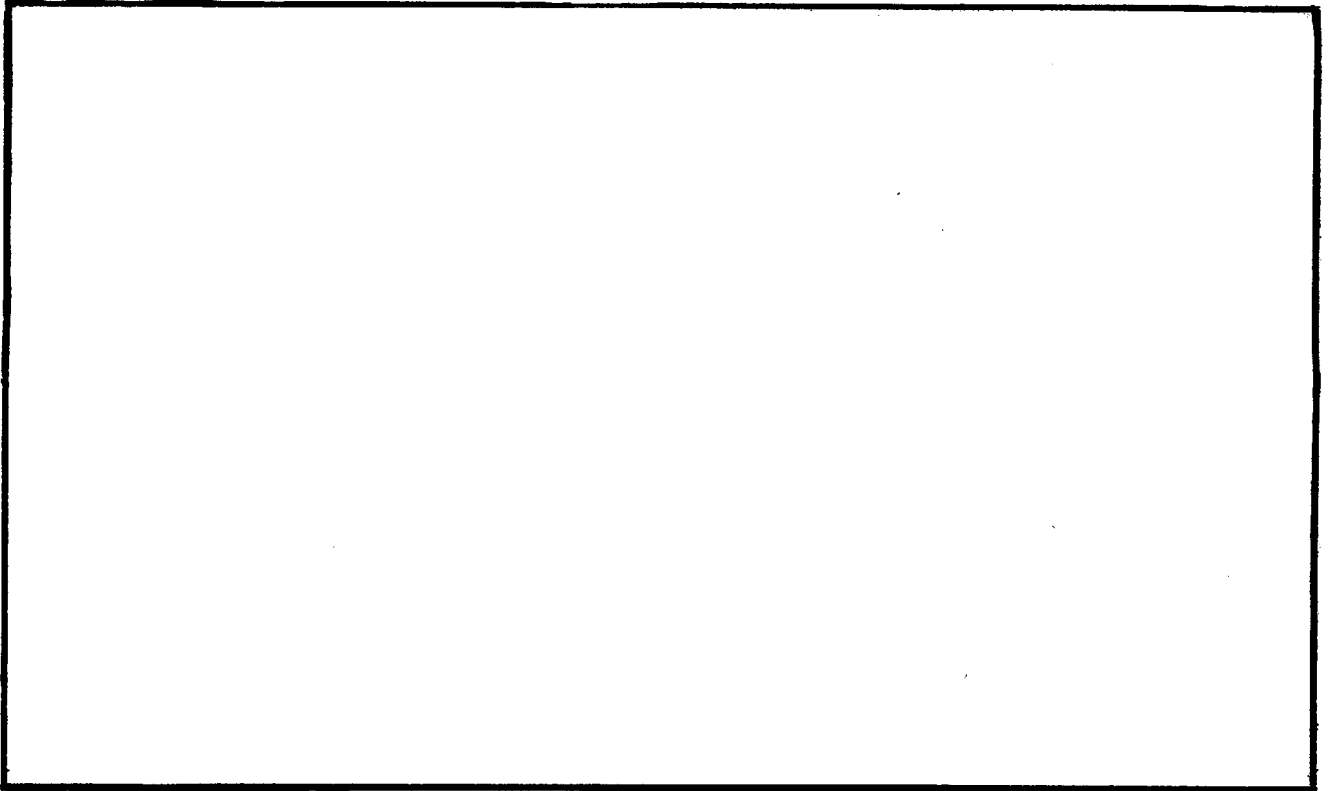
COMPROBADA POR EL INGENIERO

_____, a _____ de _____ de 19____

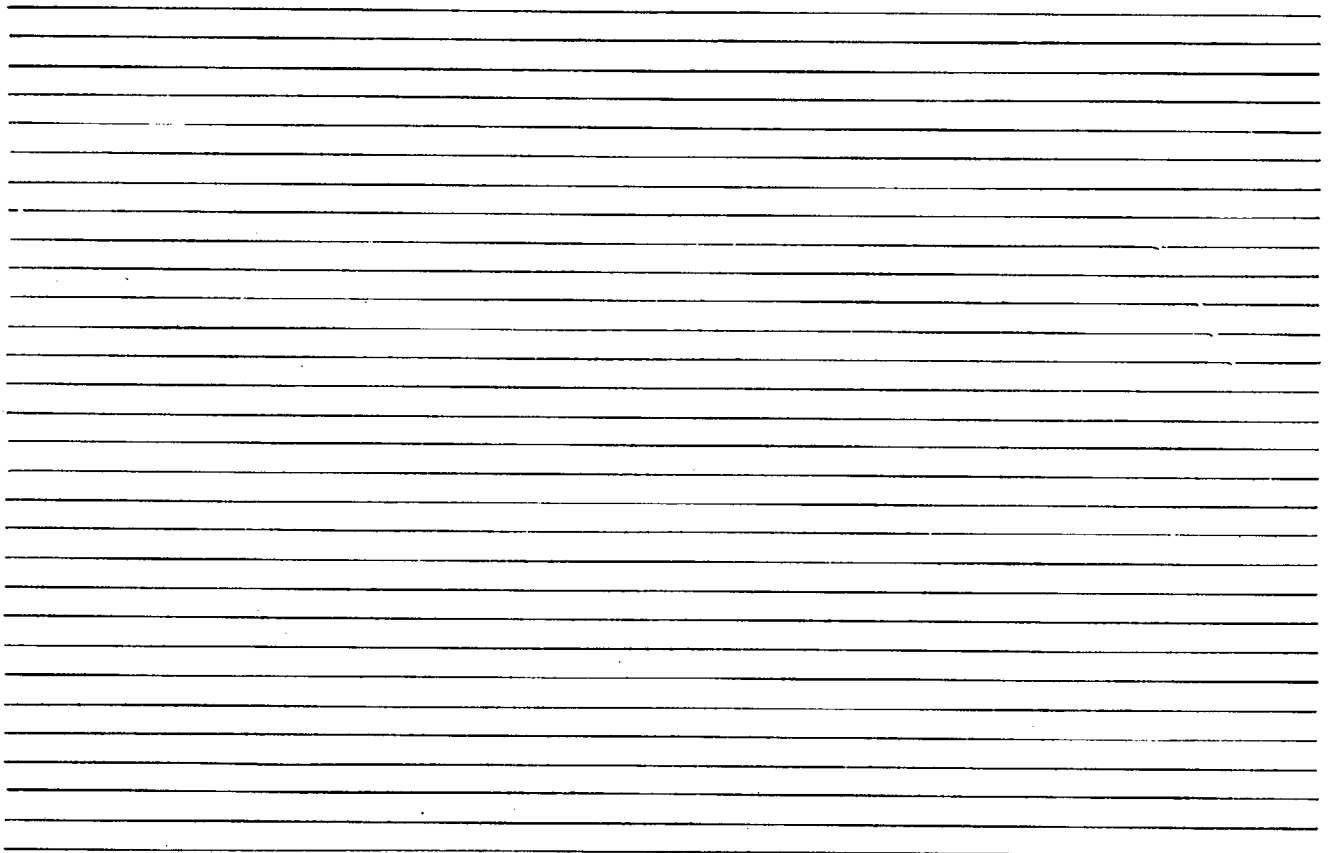
FIRMA.

ESQUEMA DE TRATAMIENTO

NOMBRE DE LA INSTALACION: _____

A large, empty rectangular box with a black border, intended for drawing a treatment schematic.

DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA

A series of horizontal lines for writing the description of the machinery.

FICHA GENERAL

N.º

PROVINCIA

FICHA N.º

CLASE DE CARBON

FICHA N.º

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

PROGRAMA NACIONAL DE EXPLOTACION MINERA P. N. E. M.

GRUPO DE TRABAJO DE PREPARACION DE MINERALES

C A R B O N E S

DATOS CORRESPONDIENTES A LA INSTALACION DE

PREPARACION DE CARBON DENOMINADA:

DE LA EMPRESA:

DOMICILIO SOCIAL:

SITUACION GEOGRAFICA Y CRONOLOGIA

TERMINO MUNICIPAL _____

PROVINCIA _____

FECHA DE LA PUESTA EN MARCHA _____

FECHA DE LA ULTIMA AMPLIACION O REFORMA IMPORTANTE _____

LA INSTALACION HA TRABAJADO DURANTE _____ AÑOS _____ MESES

CARBON TRATADO

PROCEDENCIA:

CONCESIONES MINERAS:

N.º

ESCOMBRERAS:

CLASE DE CARBON: _____

GRUPO A QUE PERTENECE: _____

COMPOSICION GRANULOMETRICA Y ANALISIS INMEDIATO DEL TODO-UNO

TAMAÑOS mm.	PESOS %	HUMEDAD %	CENIZAS %	MATERIAS VOLATILES %	
TOTAL					

INDICE DE LAVABILIDAD DEL CARBON: I = _____

INDICE DE DIFICULTAD DE LAVADO: k = _____

DATOS TECNICOS DE LA INSTALACION

A). — CAPACIDAD NOMINAL DE TRATAMIENTO EN 24 HORAS: _____ t.

SISTEMAS DE PREPARACION EMPLEADOS Y TONELAJES TRATADOS:

SISTEMA	TONELAJE TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES
TRITURACION	_____ t.
MEDIOS DENSOS ESTATICOS	_____ t.
CENTRIFUGACION EN MEDIOS DENSOS.....	_____ t.
GRAVIMETRIA.....	_____ t.
FLOTACION	_____ t.
HIDROCICLONES	_____ t.
TRITURACION DE MIXTOS	_____ t.
AGLOMERACION: OVOIDES	_____ t.
» BRIQUETAS.....	_____ t.
_____	_____ t.
_____	_____ t.
_____	_____ t.
_____	_____ t.
_____	_____ t.
_____	_____ t.

B). — TONELAJE DE CARBON BRUTO TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ t.

C). — TONELAJE QUE SE DEBERIA HABER TRATADO EN LOS 12 ULTIMOS MESES SEGUN LA CAPACIDAD NOMINAL DE LA INSTALACION: _____ t.

DIFERENCIA: _____ t.

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO PONDERAL DE LA INSTALACION:

$$\frac{B).}{C).} \times 100 = \text{_____} \%$$

HORAS DE MARCHA Y PARADAS EN LOS 12 ULTIMOS MESES

D). — TOTAL DE HORAS CORRESPONDIENTES A LOS DIAS HABLES LABORABLES: _____ h. 100,00 %

E). — HORAS DE MARCHA DE LA INSTALACION, PASANDO CARBON: _____ h. _____ %

F). — HORAS DE PARADA POR REPARACION, CAMBIOS DE PIEZAS DE DESGASTE, REVISIONES, ENGRASE, ETC.: _____ h. _____ %

G). — HORAS DE PARADA POR CAUSAS AJENAS A LA INSTALACION:

FALTA DE CARBON: _____ h. _____ %
 » » ENERGIA: _____ h. _____ %
 » » AGUA: _____ h. _____ %
 OTRAS CAUSAS: _____ h. _____ %
 _____ h. _____ %
 _____ h. _____ %

COEFICIENTE DE EFICACIA MECANICA DE LA INSTALACION: $\frac{E).}{E). + F).} \times 100 = \frac{\%}{\%}$

COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO HORARIO DE LA INSTALACION:

$\frac{E).}{D). + F).} \times 100 = \frac{\%}{\%}$

DATOS ANALITICOS

PRODUCCIONES, CONTENIDO EN CENIZAS Y RENDIMIENTOS EN LOS 12 ULTIMOS MESES:

PRODUCTOS	TONELADAS t.	CENIZAS %	RENDIMIENTOS	
			PONDERAL %	ORGANICO %
CARBON SIN LAVAR.....				
CARBON LAVADO:				
GRANOS.....				
MENUDO.....				
FINOS.....				
LAMAS.....				
MIXTOS:				
GRANOS.....				
MENUDO.....				
FINOS.....				
ESTERIL GENERAL.....				
TOTAL			100,00	

PERSONAL

N.º DE TECNICOS: _____
 N.º DE ADMINISTRATIVOS: _____
 N.º DE OBREROS: _____

PRODUCTIVIDAD

H). — N.º DE JORNALAS EN LOS 12 ULTIMOS MESES, INCLUIDAS REPARACIONES, CONSERVACION, ETC.: _____
 TONELADAS BRUTAS TRATADAS POR OBRERO DIA:

$\frac{B).}{H).} = \frac{t.}{t.}$

ENERGIA ELECTRICA

¿PROPIA O ADQUIRIDA? _____
 POTENCIA INSTALADA: _____ C. V.
 N.º DE MOTORES: _____
 POTENCIA CONSUMIDA EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ kWh

ABASTECIMIENTO DE AGUA

PROCEDENCIA: _____

 CONSUMO DE AGUA NUEVA EN LOS 12 ULTIMOS MESES: _____ m³
 IDEM RECUPERADA: _____ m³
 SISTEMA DE RECUPERACION: _____

POTENCIA INSTALADA EN LAS BOMBAS DE ABASTECIMIENTO A LA INSTALACION: _____ C. V.

ESTERILES

ESTERILES GRUESOS. — SISTEMA DE EVACUACION: _____

ESTERILES FINOS. — SISTEMA DE EVACUACION: _____

¿TIENEN ALGUN APROVECHAMIENTO POSTERIOR? _____

SISTEMA DE RECUPERACION DE LAS AGUAS RESIDUALES: _____

SISTEMA DE CONTROL

SISTEMA DE PESAJE: _____

TOMA DE MUESTRAS ¿MANUAL O AUTOMATICO? _____

NUMERO DE MUESTRAS DIARIAS: _____

PRODUCTOS SOBRE LOS QUE SE TOMAN: _____

¿DISPONEN DE LABORATORIO? _____

NUMERO DE DETERMINACIONES POR AÑO: _____

CONSUMOS POR TONELADA TRATADA

FUERZA MOTRIZ: _____ kWh

AGUA NUEVA: _____ m³

AGUA RECUPERADA: _____ m³

ACERO EN TRITURACION Y MOLIENDA: _____ g/t.

MAGNETITA: _____ g/t.

REACTIVOS DE FLOTACION

CLASE DE REACTIVO	NACIONAL O EXTRANJERO	PUNTO DE ADICION	pH EN ESE PUNTO	CONSUMO g/t.

OTROS MATERIALES EMPLEADOS EN EL PROCESO

CLASE DE MATERIALES	CONSUMO POR t.

EN CASO AFIRMATIVO, INDICAR LAS CARACTERISTICAS DEL MISMO Y LA FECHA DE SU EJECUCION
ACOMPAÑANDO UN ESQUEMA

[Lined area for reporting characteristics and execution date]

OBSERVACIONES:

[Lined area for observations]

ENCUESTA EFECTUADA POR LA SECCION DE MINAS DE _____
COMPROBADA POR EL INGENIERO _____

_____, a _____ de _____ de 19____

FIRMA.

