



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL
Y PERSPECTIVAS DEL MANGANESO

NOVIEMBRE 1.989

11231

INDICE

	<u>Págs.</u>
<u>RESUMEN Y RECOMENDACIONES</u>	2
1.- INTRODUCCION GENERAL	3
2.- EL MANGANESO EN LA ECONOMIA MUNDIAL	7
2.1.- IMPORTANCIA Y CARACTERISTICAS	7
2.2.- RECURSOS Y RESERVAS MUNDIALES	7
2.3.- PRODUCCION Y CONSUMO	8
2.4.- MINERIA Y COMERCIO MUNDIALES	9
2.5.- NODULOS POLIMETALICOS	11
2.6.- TENDENCIAS EN LOS USOS DEL MANGANESO	12
2.7.- PRECIOS	12
3.- EL MANGANESO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA	13
3.1.- RESERVAS Y RECURSOS ESPAÑOLES	13
3.2.- PRODUCCION Y CONSUMO	13
3.3.- COMERCIO DE MANGANESO	14
<u>EL MANGANESO EN LA ECONOMIA MUNDIAL</u>	15
IMPORTANCIA Y CARACTERISTICAS	16
RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES	17
PRODUCCION Y CONSUMO	21
MINERIA Y COMERCIO MUNDIALES	24
NODULOS POLIMETALICOS	32
TENDENCIAS EN LOS USOS DEL MANGANESO	34
PRECIOS	37
<u>EL MANGANESO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA</u>	39
RESERVAS Y RECURSOS ESPAÑOLES	40
PRODUCCION Y CONSUMO	43
COMERCIO DE MANGANESO	45
BALANCE DE MANGANESO	50
<u>INDICE DE CUADROS Y FIGURAS</u>	55
<u>INDICE BIBLIOGRAFICO</u>	56

RESUMEN Y RECOMENDACIONES

1.- INTRODUCCION GENERAL

1.1.- La economía del manganeso está ligada a la producción siderúrgica, por lo que reviste en estos momentos características especiales, derivadas de la reconversión a escala mundial de la siderurgia y del menor consumo de manganeso por tonelada de acero producida. La interdependencia entre sustancias, procesos y crisis económicas se pone crecientemente de manifiesto conforme avanzamos en su estudio.

1.2.- En la presentación del informe del Banco Mundial sobre el futuro de las materias primas (Julio, 1985), se clasifica como "ocupación notablemente arriesgada" la de pronosticar la evolución de los mercados de determinadas materias primas; y no sólo por el riesgo que toda prospectiva encierra, sino por la implicación de factores típicos de cada sustancia -su geomecánica particular- con otros incluso aparentemente ajenos a la actividad minera e industrial. Estos aspectos, dice el informe, que referenciamos en el texto, "han sido especialmente destacados en los últimos dos años", es decir, más o menos en la mitad del período que nos va a ocupar.

1.3.- En el caso del manganeso, la caída de la producción minera española ha sido total en la pasada década de los setenta, pues desde 1974 no hay actividad explotadora. A pesar de los numerosos indicios existentes, los yacimientos puestos

en marcha en el mundo en los últimos veinte años, e incluso hasta 1985, convertían en no económicos los recursos de manganeso españoles. Sin embargo, a partir de dicho año, se inicia en la provincia de Ciudad Real una investigación de la que hablaremos más adelante.

1.4.- Se deben matizar algunos aspectos de la presente introducción: su alcance limitado; la escasez y abundancia de minerales aptos para las exigencias actuales y previsibles del mercado; y la carencia de elasticidad ante las variaciones de la demanda en la definición de los recursos.

1.6.- ALCANCE DEL ESTUDIO

1.6.1.- En el caso de este estudio hemos prestado mayor atención a la economía mundial del manganeso, pues la española es exclusivamente transformadora de minerales importados.

1.6.2.- Dado que el consumo de manganeso es en más del 90 por 100 función de la producción siderúrgica, este estudio debe contemplarse, y así lo hemos hecho, simultáneamente con el de mineral de hierro.

1.6.3.- Los aspectos en que hemos puesto mayor atención son los siguientes:

- i) Descenso del consumo de manganeso por unidad de acero producido;
- ii) Intensificación de la explotación de zonas especialmente enriquecidas en dióxido de manganeso, dentro de grandes yacimientos, para satisfacer el mercado creciente del manganeso para aplicaciones no siderúrgicas, en las que la unidad de metal alcanza precios muy superiores.

- iii) distribución regional y por bloques de países, de los recursos;
- iv) situación, totalmente deficitaria, de los países integrantes de la Comunidad Económica Europea y los de la Organización del Tratado del Atlántico Norte;
- v) mercado mundial de minerales;
- vi) análisis, aunque somero, de los principales yacimientos mundiales;
- vii) progresos recientes en los procesos de exploración, explotación y beneficio de los recursos de los fondos oceánicos, en forma de nódulos polimetálicos.

1.7.- LA ESCASEZ DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

1.7.1.- No hay tal escasez en lo que a reservas y recursos se refiere, pero el manganeso es especialmente sensible desde el punto de vista estratégico por la concentración de las producciones en un número reducido de países.

1.7.2.- La escasez "política" se puso de manifiesto con motivo de la guerra de Corea y la suspensión de exportaciones de la URSS a USA. Un conflicto que afectase a la República Sudafricana y a Australia, paralizaría la industria siderúrgica del mundo no comunista.

1.7.3.- Esta sensibilidad extrema obliga a tener inventariados los recursos que pudieran ser explotados en condiciones de necesidad. Este inventario sólo puede realizarse por los gobiernos en cuyo territorio existan indicios razonables de yacimientos marginales, lo que es el caso de España. En otro caso hay que mantener almacenamientos estratégicos.

1.8.- RECURSOS Y RESERVAS

1.8.1.- Los datos que se manejan, a nivel mundial y nacional, son escasamente fiables.

1.8.2.- Reiteramos la conveniencia de realizar un estudio por parte de la Administración española, para definir los términos a utilizar.

Hasta 1985 existía un desconocimiento total de las posibilidades mineras del manganeso en España. La investigación de Bolaños, en Ciudad Real, anteriormente mencionada, sería, desde luego, un ejemplo a seguir.

2.- EL MANGANESO EN LA ECONOMIA MUNDIAL

2.1.- IMPORTANCIA Y CARACTERISTICAS

2.1.1.- El manganeso es, tras el hierro y el carbón, el mineral estratégico de mayor consumo.

2.1.2.- No tiene sustitutos para sus aplicaciones más importantes: las siderúrgicas, que son más del 90% de la demanda.

2.1.3.- Hay 103 minerales que contienen manganeso. Solo 7 se consideran menas comunes, siendo la más corriente e importante la pirolusita.

2.1.4.- El mineral de grado metalúrgico, con contenidos superiores al 48 % de Mn, es el primer componente del comercio mundial y se valora por unidad de Mn contenido.

2.2.- RECURSOS Y RESERVAS MUNDIALES

2.2.1.- Los recursos de Mn se estiman en 3.265 millones de toneladas y las reservas en 1.826 Mt. En ambos casos las cifras son prudentes; no incluyen los nódulos; y se refieren a metal contenido en los minerales.

2.2.2.- Dividiendo las reservas por el consumo actual por año se obtiene una vida estática de 185 años.

2.2.3.- Para los próximos 25 años la vida dinámica es de 4,6.

2.2.4.- No hay ningún problema de disponibilidad física a escala mundial para el manganeso.

2.2.5.- Sí puede haber graves problemas en la disponibilidad "política", pues cinco países poseen el 96,70 % de las reservas: Sudáfrica (44,60 %), URSS (37,20%), Australia (7,90%), Gabón (4,90%) y Brasil (2,10%). Sólo tienen una concentración mayor el platino (99,9% en cinco países), cromo (97,9) y vanadio (97,20).

2.2.6.- Los países pertenecientes a la OTAN no poseen reservas. Los de la CEE cuentan sólo con el 0,1 por 100 del total mundial. Los Países Industrializados de Economía de Mercado -PIEM- contienen el 52,9 por 100 de las reservas; los de Economía Planificada -PEP- el 38; y los en Vías de Desarrollo -PVD- el 9,1.

2.2.7.- La dependencia de los países de mayor desarrollo de suministros a larga distancia y vulnerables, justifica los esfuerzos realizados por ellos en el estudio de los recursos de los fondos oceánicos.

2.3.- PRODUCCION Y CONSUMO

2.3.1.- El análisis de consumos y producciones y especialmente la prospectiva son extraordinariamente complejos. Esta complejidad se aumenta en la actualidad en el manganeso por su vinculación a la actividad siderúrgica.

2.3.2.- La producción mundial de manganeso fue de más de 23.455.000 t en 1987. Oscila en los últimos diez años de forma más o menos semejante a la producción de acero bruto.

2.3.3.- De un aumento de la producción anual del 2,7% en el período 1974-80, se pasa a una disminución del 1,10% anual en 1980-87.

2.3.4.- Los consumos de manganeso por tonelada de acero se han reducido entre el 7,34 y el 6%. Según los países es de 13,5 kg/t a 5,75 kg/t. Los consumos más bajos se dan en Japón, USA y la CEE.

2.3.5.- Los mayores productores mundiales de mineral son URSS (9,7 Mt en 1987), Sudáfrica (3,2), Gabón (2,3), Brasil (2,7), Australia (1,6), India (1,2) y R.P. China (1,6).

2.3.6.- En los últimos ocho años ha aumentado la participación en la producción anual de los PEP (48,9% en 1987) y de los PVD (28,7), y ha disminuido la de los PIEM (22,4).

2.3.7.- Con exclusión de los PEP, la distribución de las exportaciones ha sido: Sudáfrica (36,4% en 1987), Gabón (22,2), Australia (17,7), Brasil (11,3) e India (6,2).

2.4.- MINERIA Y COMERCIO MUNDIALES

2.4.1.- En las páginas 26 a 29 hacemos un examen somero de los principales yacimientos explotados en el mundo, de entre los que destacan:

- i) En Australia, la mina Groote Eylandt Mining Co. Pty. Ltd (GEMCO), subsidiaria de la BHP. Capacidad anual 2,5 Mt. Producción en 1984, 1,8 Mt.
- ii) En Brasil, el yacimiento de Amapa, explotado por ICOMI con producción de 0,7 Mt, y el de Carajás cuya explotación ha iniciado la CVRD en 1985.
- iii) En Gabón, el yacimiento de Moanda, explotado por COMILOG, cuyo ritmo anual es de 2,7 Mt, que pasará a 4 Mt tras resolver los problemas de transporte.
- iv) Sudáfrica, segundo productor mundial con 3,09 Mt en 1984, explota las minas Rand London Manganese y los yacimientos de Postmasburg y Kalahari.
- v) La India disminuye su explotación de 1,48 Mt en 1982 a 1,26 en 1983.
- vi) La URSS, máximo productor mundial con casi 10 Mt en 1984, beneficia los yacimientos de Nikopal, en Ucrania, y Chiatura, en Georgia.
- vii) La R.P. China produce 1,6 Mt/año en varios centros mineros al Sur del río Yangtze.

2.4.2.- La Figura 1, de la página 29, demuestra la dependencia prácticamente absoluta de las importaciones en USA, Japón y CEE; y el papel estratégico de las exportaciones procedentes de Brasil, Gabón, Sudáfrica y Australia.

2.4.3.- Se deduce, también en el manganeso, la tendencia a dar mayor valor añadido a los productos exportando ferroaleaciones.

2.4.4.- Se puede resumir que:

- i) Los grandes consumidores, excluidos los PEP, dependen de los productores.
- ii) Los primeros capitalizan a los segundos para garantizar se los suministros.
- iii) El comercio del manganeso, en su 90 por 100, se asemeja al del mineral de hierro.

2.5.- NODULOS POLIMETALICOS

2.5.1.- Los nódulos de manganeso o polimetálicos constituyen ya una reserva para el abastecimiento de manganeso y otros metales.

2.5.2.- La explotabilidad de un depósito marino está definida por las características del mineral -grado y abundancia de los nódulos- y las de su entorno de deposición.

2.5.3.- Para que un depósito sea reserva debe permitir el beneficio de 1,4 a 9,0 Mt de nódulos húmedos por año, durante 20 ó 30 años. El "grado" debe ser de 1,1 a 1,6 por 100 de níquel, de 0,9 a 1,2 de cobre; de 0,2 a 0,3 de cobalto y de 25,0 a 30,0 por 100 de manganeso. La "abundancia", en Kg/m² de fondo oceánico, debe situarse entre 5 y 15.

2.5.4.- La Conferencia del Mar, de Naciones Unidas, se ha planteado ya quién puede explotar tales recursos, cuántos pueden extraerse y quién se beneficiará de su explotación.

2.6.- TENDENCIAS EN LOS USOS DEL MANGANESO

2.6.1.- El mayor uso seguirá siendo el siderúrgico, en el orden del 90 por 100. Seguirá creciendo en valores absolutos, al 2,9 por 100 de tasa anual.

2.6.2.- La fabricación de pilas secas será el segundo consumidor de manganeso.

2.6.3.- La producción de dióxido de manganeso electrolítico -EMD- es la de mayor expansión, tanto para las pilas como para usos químicos en general.

2.7.- PRECIOS

2.7.1.- En los últimos años, según la Figura 5 de la página 37, los precios se han movido en una banda de 1,27 a 1,65 dólares USA por unidad de Mn en tonelada larga -utilo que supone de 60,96 a 79,20 \$/tl.

2.7.2.- El precio medio de 1986 fue de 1,34 y el de 1987 (provisional) 1,27 \$/tl.

3.- EL MANGANESO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA

3.1.- RESERVAS Y RECURSOS ESPAÑOLES

3.1.1.- No existen reservas de manganeso, aunque el IGME, en 1982, aprecia unas reservas "demostradas" de 13.000 t de Mn contenido y 25.000 t de reservas "inferidas".

3.1.2.- Los recursos se estiman en poco más de un millón de toneladas de Mn.

3.1.3.- El desconocimiento de los indicios existentes es sorprendente. No se sabe casi nada de las producciones habidas en gran número de pequeñas áreas explotadas.

3.2.- PRODUCCION Y CONSUMO

3.2.1.- Desde 1974 no hay producción de minerales de manganeso en España.

3.2.2.- El consumo ha sido creciente, con la industria siderúrgica, desde unas 40.000 t/año hasta las 250.000 a 300.000 t/año, aunque algunos años se superaron las 450.000 t de importación de mineral.

3.2.3.- La dependencia absoluta de las importaciones hace vulnerable la industria de ferroaleaciones y la propia siderurgia.

3.2.4.- La existencia de indicios no bien estudiados aconsejaría la investigación de ellos, aunque fuera sólo en búsqueda de recursos no explotables en épocas normales. El área de Huelva sería la más recomendable, sin dejar la ya citada de Ciudad Real.

En efecto, a partir de 1985 ENADIMSA realiza una investigación de manganeso en la reserva Bolaños de aquella provincia. Se trata, en su mayoría, de óxidos formados por concreciones y nodulaciones diversas, rizocreaciones, pisolitos y niveles terrosos, en capas subhorizontales de hasta 12 m de potencia y, lo que es favorable, con un recubrimiento pequeño: 10 a 15 m. Las reservas de todo uno se estiman en unos 5,5 Mt al 3,8% Mn. Económicamente resulta muy esperanzador, ya que estos minerales son, además, menas de cobalto y níquel -recuperables únicamente por lixiviación- con estos contenidos: 1 kg Co/t y 0,6 kg Ni/t.

3.3.- COMERCIO DE MANGANESO

3.3.1.- Las importaciones son prácticamente las de mineral.

Las exportaciones están formadas por óxidos y sulfatos, ferromanganeso, ferrosilicomanganeso y algo de metal.

3.3.2.- El saldo del comercio exterior es prácticamente equilibrado, aunque las dificultades crecientes del mercado siderúrgico han hecho descender nuestras exportaciones.

3.3.3.- Las cuatro sociedades españolas que trabajan en el tratamiento de minerales de manganeso están sobredimensionadas, pues no se utiliza más del 55 por 100 de sus capacidades y deben ser objeto de reconversión, con arreglo a las capacidades de producción previstas: 66.000 t de ferromanganeso standard, 4.000 de refinado y 46.000 de ferrosilicomanganeso.

EL MANGANESO EN LA ECONOMIA MUNDIAL

IMPORTANCIA Y CARACTERISTICAS

El manganeso es uno de los veintitrés minerales y metales más vitales para la producción bélica. Tras los minerales de hierro y el carbón, el manganeso es el mineral estratégico de mayor consumo (2). No tiene sustitutos (3) para la desoxidación, desulfuración y recarbonización de los aceros, en cuya fabricación se utiliza del 90 al 95 por 100 del consumo mundial de Mn.

Ocupa el lugar décimo segundo entre los elementos de abundancia primaria. Está en la naturaleza estrechamente asociado con el hierro y con frecuencia con titanio, cromo, vanadio, níquel, cobalto, cobre y cinc.

Aunque hay 103 minerales de Mn, únicamente se consideran siete menas comunes: la pirolusita, que es la más corriente e importante, la psilomelana, la manganita, la braunita, la rodocrosita, la rodonita y el mineral wad, que es una mezcla térrea blanda de agua y óxido de manganeso.

Se produce muy poco en forma de metal puro, convirtiéndose en su mayoría el mineral en ferromanganeso, hierro especcular y ferroaleaciones.

(2) DE MILLE, John B. "MINERALES ESTRATEGICOS". Pág. 401, Aguilar, Madrid, 1949

(3) U.S. BUREAU OF MINES "MINERAL COMMODITY SUMMARIES 1984". Pág. 97.

A efectos de clasificación se denominan minerales de manganeso los que contienen 35 por 100 o más de Mn, manganesos ferruginosos los que oscilan entre 35 y 10 por 100; y hierros manganesíferos aquellos en que el Mn está comprendido entre 5 y 10 por 100.

El mineral de grado metalúrgico, con contenidos superiores al 48 por 100 Mn, es el primer componente del comercio mundial y se valora por unidad de Mn contenido. Es el que se utiliza en el tratamiento de los aceros, bien como ferro-manganeso o directamente como suavizante ("sweeteners") (4). El contenido en fósforo no debe exceder el 0,2 por 100 y la relación ideal de Mn a Fe es de 7,5:1 para la producción de Fe Mn.

RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES

Con exclusión de los depósitos de nódulos marinos, los recursos de manganeso se estiman en 3.265 millones de toneladas de metal contenido en los minerales; y las reservas, como parte de esos recursos de los que en el momento de la evaluación se puede extraer económicamente un mineral apto para ser utilizado (5), en 1.826 Mt. Ambas cantidades se sitúan en valores mucho más altos si se incluyen los nódulos de manganeso o polimetálicos, como tendremos ocasión de comentar.

Las indicadas cifras de recursos y reservas son relativamente prudentes, tendiendo a conservadoras. Dividiendo las reservas entre los consumos actuales, obtenemos una duración

(4) TINSLEY, C. Richard. "MANGANESE" E and M.J., Marzo 1985.

(5) OCDE. "Interfuturos. De cara al futuro para un control de lo probable y una gestión de lo imprevisible". Edición castellana del Instituto Nacional de Prospectiva. Madrid, 1980. Págs. 64 y sig.

de ellas, o vida estática, de 185 años, sólomente superada por las correspondientes a los minerales de hierro, aluminio, titanio, cromo, columbio y vanadio. Si el consumo no se mantiene constante, dividiendo las reservas entre el consumo acumulado previsto para un período de tiempo, por ejemplo los próximos veinticinco años, resulta una evaluación dinámica de 4,6. De ambas estimaciones, estática y dinámica, se infiere que "no hay ningún problema de disponibilidad física a escala mundial para el manganeso" (6). La preocupación manifestada a menudo por la desaparición de los recursos no renovables -incluso si se apoya en la constatación irrefutable de los límites de nuestro mundo- no implica para el manganeso la modificación de las políticas actuales.

Distinto es el caso cuando se trata de la distribución regional de recursos y reservas. Los países poseedores de reservas no son siempre aquellos en que se ubican los centros de consumo y, además, existe en el caso del manganeso una concentración regional de reservas y/o recursos muy alta, como se pone de manifiesto en el Cuadro I. Dos países contienen, en efecto, el 81,80 por 100 de las reservas y cinco el 96,70 por 100: Sudáfrica (44,60 por 100), URSS (37,20), Australia (7,90), Gabón (4,90) y Brasil (2,10). En este orden de concentración regional, el manganeso ocupa el cuarto lugar, tras el platino (99,9 por 100 en cinco países), cromo (97,9) y vanadio (97,20).

La distribución de las reservas entre los países industrializados de economía de mercado, los de economía planificada y los en vías de desarrollo, es del 52,9 por 100 para los PIEM, el 38 para los PEP y el 9,1 para los PVD. La Comunidad

(6) OCDE.Obra cit.

Económica Europea dispone sólo del 0,1 por 100 de las reservas y del 0,06 por 100 de los recursos. Los países pertenecientes a la OTAN carecen de reservas y tienen el 2,52 por 100 de los recursos, ubicados en la OTAN-América (Canadá y Estados Unidos). Esta distribución "política" hace que el problema del acceso a los minerales de manganeso pueda revelarse como mucho más importante que el de la disponibilidad física de su conjunto. De ahí que el manganeso se considere como un mineral "sensible", pues en caso de producirse una interrupción de ciertas entregas, los efectos a corto plazo serían graves, dado el carácter esencial del manganeso para la siderurgia y la falta de sustitutos en sus usos principales a que nos hemos referido. Ello justifica los esfuerzos realizados en los últimos años para acometer a gran escala la explotación de los nódulos marinos.

El primer informe del U.S. Geological Survey sobre el International Strategic Minerals Inventory -ISMI- (7) incluye el manganeso e identifica el 90 por 100 de sus reservas del mundo no comunista en cuatro países: Sudáfrica, Brasil, Gabón y México. El ISMI señala veintinueve grandes depósitos en trece países, de los que sólo Australia y Sudáfrica son PIEM. Vuelve a destacar así la sensibilidad del manganeso, en cuanto a mineral estratégico, en caso de conflictos bélicos generalizados o especialmente localizados, lo que aconseja tener inventariados los recursos R1, bien sean marginales -R1M- o submarginales -R1S-. Aunque los datos del ISMI no coinciden con los que hemos señalado en el Cuadro I, la conclusión de sensibilidad es válida para ambos datos de partida.

(7) TINSLEY, C. RICHARD, Obr.Cit.

CUADRO I.- RESERVAS Y RECURSOS MUNDIALES

AREAS Y PAISES	RESERVAS		TOTAL RECURSOS	
	Mt	%	Mt	%
AMERICA DEL NORTE.....	2,0	0,10	96,1	2,94
Canadá	-	-	15,9	0,48
Estados Unidos	-	-	66,7	2,04
México	2,0	0,10	13,5	0,41
AMERICA DEL SUR	40,0	2,10	68,1	2,08
Bolivia	-	-	4,5	0,13
Brasil	39,6	2,10	63,2	1,93
Chile	0,4	0,20	0,4	0,01
EUROPA	685,2	37,50	1.230,2	37,68
Bulgaria	4,1	0,20	4,1	0,12
Grecia	0,2	0,01	0,2	0,06
Hungria	0,2	0,01	0,3	0,06
Rumania	0,3	0,01	0,3	0,09
URSS	680,4	37,20	1.225,4	37,54
AFRICA	911,2	49,80	1.639,3	50,22
Alto Volta	-	-	9,1	0,27
Gabón	90,7	4,90	90,7	2,77
Ghana	0,3	0,01	9,4	0,28
Costa de Marfil	-	-	1,3	0,03
Marruecos	0,7	0,03	0,7	0,01
Sudáfrica	816,5	44,60	1.524,0	46,69
Zaire	3,0	0,16	4,1	0,12
ASIA	42,8	2,34	71,7	2,19
China R.P.	15,4	0,84	30,8	0,94
India	25,4	1,39	36,3	1,11
Japón	0,8	0,43	0,8	0,01
Thailandia	1,2	0,65	3,8	0,11
OCEANIA	145,3	7,95	159,1	4,87
Australia	145,2	7,90	158,7	4,86
Otros	0,1	0,05	0,4	0,01
TOTAL MUNDO	1.826,7	100,00	3.264,7	100,00

Fuente: USBM .

PRODUCCION Y CONSUMO

El análisis de los consumos y producciones de las materias primas minerales y especialmente la prospectiva, deducida en base a los datos recopilados, son extraordinariamente complejos en los momentos actuales de crisis. Así se reconoce en la presentación (8) del estudio del Banco Mundial, "The Outlook for Primary Commodities, 1984 to 1995", al afirmar que "commodity analysis and forecasting is a notoriously hazardous occupation fraught with problems, not least of which is the propensity for markets and prices not to conform to fundamental factors and considerations. This particular aspect has been highlighted over the past 18 months or so".

Los minerales de manganeso no escapan a esta incertidumbre al estar ligado su consumo, de una parte, a la producción siderúrgica (9) y, de otra, a las nuevas utilizaciones no siderúrgicas del manganeso (10).

En efecto, la producción mundial de manganeso, que se sintetiza en el cuadro II, ha evolucionado de forma similar a la del acero bruto (según resulta de la comparación con el Cuadro XI del estudio de esta misma serie sobre "Mineral de hierro"), con tasa anual de crecimiento de +2,9 en el período 1965-74 y de +2,7 en 1974-80, mientras decrece en -6,3 en 1980-84, lo que coincide con la crisis siderúrgica. La comparación no es idéntica, pues debido a nuevas tecnolo-

(8) "World Bank View of Commodities". Mining Journal, 12 de Julio de 1985.

(9) GOMEZ ANGULO, J.A. Ensayo VIII, "Mineral de hierro", Junio, 1985.

(10) STEVE TOON. "Manganese. Active batteries attract producers". Industrial Minerals, Julio 1985.

CUADRO II.- PRODUCCION MUNDIAL

AÑO	1.000 t	AÑO	1.000 t
1947	4.155	1981	23.543
1960	13.610	1982	22.456
1965	17.605	1983	21.992
1974	22.741	1984	21.700
1975	24.400	1985	24.423
1978	22.642	1986	24.240
1980	26.697	1987	23.455

Fuente: (11), TOON, Obr. Cit. y Mineral Commodity Summaries (USBM), 1988,

gías siderúrgicas, los consumos de manganeso por tonelada de acero se han reducido entre el 7,34 y el 6 por 100 según los países (12). Así, para los miembros del International Iron and Steel Institute -IISI- el consumo de manganeso por tonelada de acero fue de 14,57 kg/t en 1973 y de 13,5 kg/t en 1982. En el mismo período (1973-82), en los países de la C.E.E., en USA y Japón, el consumo total de manganeso por tonelada de acero ha bajado de 6,12 a 5,75 kg/t, en términos de manganeso metálico.

La producción para los siete primeros países es la del Cuadro III, en el período 1977-87, aunque con datos provisionales para el último año. En "otros países" se incluyen, como más importantes, Alto Volta, Zaire, Thailandia, Indonesia, Filipinas, Cuba, Argentina, Togo, Egipto y Hungría.

(11) Naciones Unidas. Com. Económ. para América Latina -CEPAL-, public. 48: "Desarrollo de los recursos mineros de América Latina", pág. 107, Santiago de Chile, Julio 1985.

(12) TISSOT, Robert. "Manganese, commercial aspects". I.M.M., junio 1985.

El cuadro IV representa, en tantos por 100, la contribución a la producción mundial de los tres bloques de países que venimos considerando. Aumenta el porcentaje de los PEP y de los PVD y desciende acusadamente el de los PIEM, por ser en los que más se refleja la crisis siderúrgica y los avances tecnológicos en ésta.

CUADRO III.- PRODUCCION DE MINERAL DE MANGANESO (Mt)

PAISES	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
URSS	8,6	9,0	10,2	9,6	9,4	9,4	10,2	9,8	9,9	9,7	9,7
SUDAFRICA	5,3	4,4	5,1	5,7	5,0	4,0	3,0	3,0	3,6	3,7	3,2
GABON	1,8	1,6	2,3	2,1	1,5	1,2	2,1	2,0	2,4	2,5	2,3
BRASIL	1,5	1,9	2,2	2,3	1,9	1,5	1,4	1,2	2,7	2,7	2,7
AUSTRALIA	1,4	1,2	1,7	1,9	1,4	1,1	1,3	1,8	2,-	1,6	1,6
INDIA	1,8	1,6	1,7	1,6	1,5	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3	1,3
CHINA R.P.	1,1	1,2	1,5	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
OTROS PAISES	1,6	1,1	1,4	1,3	1,3	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
TOTAL MUNDO	23,3	22,2	26,3	26,4	23,6	21,2	22,0	21,7	24,4	24,2	23,5

Fuentes: Minerals Year Book, 1982, TOON. Obr.Cit., Mineral Commodity Summaries (U.S.Bureau of Mines), 1988.

CUADRO IV.- PRODUCCION MUNDIAL POR BLOQUES

BLOQUES %	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
PIEM	28,8	25,2	26,6	29,4	27,8	25,9	25,9	22,1	25,-	23,9	22,4
PVD	27,9	28,4	28,2	27,0	25,0	22,3	19,6	25,4	27,3	28,8	28,7
PEP	43,3	46,4	45,2	43,5	47,2	51,8	54,5	52,5	47,7	47,3	48,9

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro V indicamos la distribución geográfica de las exportaciones de mineral de manganeso, para ferroaleaciones y producción de lingote de acero, con exclusión de los PEP. Crecen, en el período que el Cuadro contempla, las exportaciones de Australia, disminuyen en Gabón y el resto se mantiene, todo ello en términos relativos. Zaire no supone cantidad apreciable, cuando en 1974 era el 2,29 por 100 de los países de economía planificada.

CUADRO V.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE EXPORTACIONES (%)

PAISES	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1986	1987
AUSTRALIA	13,26	11,35	14,35	11,85	13,31	15,25	18,47	17,69
BRASIL	11,95	11,65	13,54	13,37	12,42	13,00	11,12	11,36
GABON	22,39	23,72	22,33	19,10	20,76	29,35	17,78	22,22
GHANA	3,74	2,12	2,58	2,59	2,03	1,67	2,02	2,18
INDIA	8,38	9,33	9,40	6,92	6,32	5,32	6,07	6,18
MEXICO	2,29	1,78	1,36	2,57	1,88	1,64	2,94	1,41
SUDAFRICA	34,88	39,31	35,15	41,52	42,28	33,00	38,44	36,44
ZAIRE	-	-	-	-	-	-	-	-
OTROS	3,11	0,75	1,29	2,08	1,00	0,77	3,16	2,52
TOTALES	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: TISSOT, Obr.Cit. y elaboración propia.

MINERIA Y COMERCIO MUNDIALES

Los minerales de manganeso más importantes, y entre ellos los siete que hemos citado como menas más destacadas, son los del Cuadro VI. Las características de cada uno de estos minerales están descritas en la monografía del IGME (13), de que tomamos el Cuadro VI, que trata igualmente

(13) MINER, IGME. Programa Investigación Minera, "Estudio sobre estado actual y tendencias futuras del mercado de algunas sustancias minerales, destinado a la elaboración de planes de actuación sobre estas sustancias". Tomo XII: Manganeso, Diciembre 1975.

CUADRO VI.- MINERALES DE MANGANESO

MINERAL	COMPOSICION	Mn %
Pirolusita	MnO_2	63,2
Psilomelana	$4 MnO_2 (Mn, Ba, K, O) n H_2O$	45-60
Manganita	$Mn_2O_3 (H_2O)$	60,4
Hausmanita	Mn_3O_4	72,1
Wad	Mezcla óxidos hidratados	variable
Alabandita	MnS	63,1
Rodocrosita	$Mn CO_3$	47,8
Rodonita	$Mn O SiO_2$	41,9
Braunita	$3Mn_2O_3 n Mn SiO_3$	60-69
Bementita	$8 MnO$	31
Franklinita	$(Fe, Zn, Mn) O. (FeMn)_2O_3$	10-20

Fuente: (13)

de los orígenes del manganeso, de su preconcentración, de las condiciones de deposición y de los tipos de yacimientos. Hace también una descripción de los yacimientos de la URSS, Gabón y Sudáfrica. Es más amplio el programa que presenta Toon (14) al referirse a las tendencias de las sociedades mineras a la producción de manganeso no metalúrgico; seguimos su trabajo, "Manganese, active batteries attract producers", publicado en julio de 1985, para resumir las características de los mayores productores.

(14) TOON, Obr. Cit.

En Australia la casi totalidad de la producción proviene de una sola mina: Groote Eylandt Mining Co. Pty Ltd (GEMCO), una subsidiaria de la Broken Hill Pty -BHP-. Su producción total en 1984 ha sido de 1.828.717 toneladas, con una capacidad de 2,3 Mt; de esta producción unas 150.000-200.000 t de mineral son para usos no metalúrgicos. El área de pirolusita es de alto contenido en MnO_2 (80,5 por 100) y cantidades despreciables de impurezas. Produce también, desde 1983, dióxido de manganeso electrolítico -EMD-.

En Brasil la mayoría de la producción ha procedido desde la década de los 50 de los depósitos de Amapá, en el extremo norte del país, explotados por Industria e Comercio de Minerais, S.A. (Icomi). En 1983 el 93,5 por 100 (753.000 t) de las exportaciones brasileñas procedieron de Icomi. Probablemente el acontecimiento más importante en el mercado del manganeso en los tiempos recientes sea la puesta en explotación en 1985 del yacimiento de Carajás, por la Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), yacimiento al que nos hemos referido en el estudio de esta serie que trata del mineral de hierro (15).

La Compañía Minera Autlan, S.A., de Capital Variable, es la mayor productora de manganeso en México y tiene un papel significativo en la producción de grado batería. Otras dos compañías, de más reducida producción, son la Minera Buena Vista y la Minera San Martín y Anexas, S.A.

Gabón es en términos relativos el segundo exportador mundial (Cuadro V), excluidos los PEP, con una producción anual de 2 Mt, de las que de 60.000 a 70.000 son grado batería. Toda la producción proviene del yacimiento de Moanda, que explota

(15) ITGE, 1989.

la Cie. Minière de l'Ogoué (Comilog). La capacidad de Moanda está limitada a 2,7 Mt anuales, por el tipo de transporte que obliga a enlazar con el sistema ferroviario del Congo. Terminado el ferrocarril transgabonés se podrá llegar a 4 Mt anuales. La actividad de Comilog destaca por su agresividad comercial, que ha elevado sus exportaciones de 1,1 Mt en 1981 a 1,8 en 1983 y 2 Mt en 1984, con ventas a Extremo Oriente y la URSS.

Desde los años 30 a 70 la mina Nsuta, de Ghana, explotada por Ghana National Manganese Corp, fue el mayor proveedor del mundo occidental de grado batería con 30.000 t por año y 10.000 t/a en cerámicas y químicas. Unas 50.000 t/a de carbonato fueron exportadas a Japón e Irlanda para la producción de EMD. En la actualidad produce sólo unas 10.000 t/a de mineral grado batería. En 1984 la Ghana National Manganese Corp recibió un préstamo del European Investment Bank para investigar nuevas reservas y en 1985 se esperaba producir 295.000 t de mineral metalúrgico.

Sudáfrica es el segundo productor del mundo, tras la URSS. En 1984 alcanzó 3.049.369 t de mineral de todos los grados, de las que 122.721 t fueron de grado químico de <35 por 100 de MnO_2 y 69.029 t de entre 35-65 por 100 de MnO_2 .

En este caso, la utilización de grado químico es prácticamente para el procedimiento del uranio. El principal productor de mineral no metalúrgico es la Rand London Manganese Mines, que opera al Oeste de Transvaal. Otras compañías de menos importancia trabajan los yacimientos de Postmasburg y Kalahari.

En Marruecos, la mina Imini ha ocupado durante muchos años el primer lugar en la producción de calidades de cerám_i

ca y química. Se explota subterráneamente, por cámaras y pilares, por la Société Chérifienne d'Etudes Minières (SACEM) en unión con el Bureau de Recherches et de Participations Minières (BRPM) de Marruecos y con el Grupo Imetal de Francia. Sus productos, que fueron en 1982 de 94.120 t para descender en 1983 a 73.515 t, eran de 45.000 t en 1985, dividiéndose en tipos para hidroquinona, química, EMD, cerámica, agricultura, cosmética y ferritas.

Minas de dióxido de manganeso se explotan en Grecia, especialmente en Granitis y Chrissokefalos, en el distrito de Neurokopi. Una planta de separación magnética de alta intensidad fue instalada en 1983.

Hasta los años 50 la India fue uno de los principales productores mundiales de manganeso. La producción en 1983 fue de 1.263.141 t, continuando el descenso (1.480.952 t en 1982) derivado de la política del Gobierno de no autorizar mayores explotaciones hasta ampliar las reservas.

Japón es el mayor productor mundial de EMD, basado originalmente en el beneficio de sus carbonatos de manganeso. Estos satisfacen actualmente sólo el 3 por 100 de la demanda. El mayor productor japonés es Toya Soda, con una capacidad de 24.000 t/a en Japón y 12.000 t/a por su participación en minas de Grecia. En 1984 se importaron 107.500 t para EMD y 6.200 t para CMD.

El mayor productor del mundo de manganeso, con 9.700.000 t en 1987, es la URSS, cuya información es incierta. Dos tercios de la producción proceden de la explotación a cielo abierto de la cuenca de Nikopol, en Ucrania, y casi el resto, de la cuenca de Chiatura, en Georgia, que en el 80 por 100 se explo

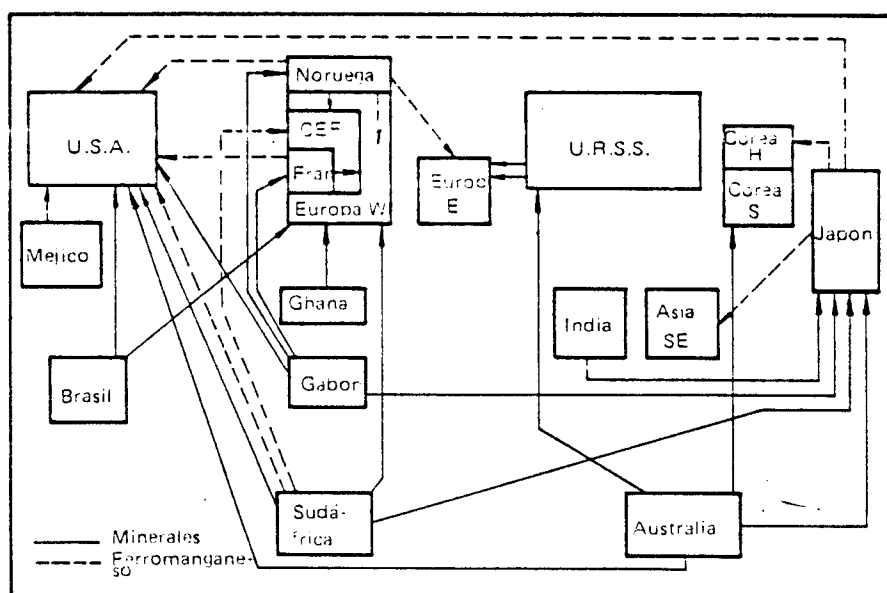
ta subterráneamente. A partir de la década de los 70, no se publican datos fidedignos de las minas Nikopol y Chiatu ra, y comenzaron las importaciones. Recientemente se ha puesto en marcha un programa que pretende mejorar las explotaciones, el tratamiento y la defensa del medioambiente.

La producción de manganeso en la R.P. China es aproximadamente de 1,6 Mt/a, de varios centros mineros situados al Sur del río Yangtze.

Entre otros países que han sido, son o pueden ser productores de manganeso, figuran Alto Volta, Zaire, Tailandia, Cuba, Argentina, Togo, Egipto y Hungría.

Como resumen de lo expuesto, consignamos en la Figura 1 el comercio mundial de mineral de manganeso y de ferromanganeso entre los principales países productores y consumidores.

FIGURA 1.- COMERCIO MUNDIAL DE MINERALES Y DE FERROMANGANESO



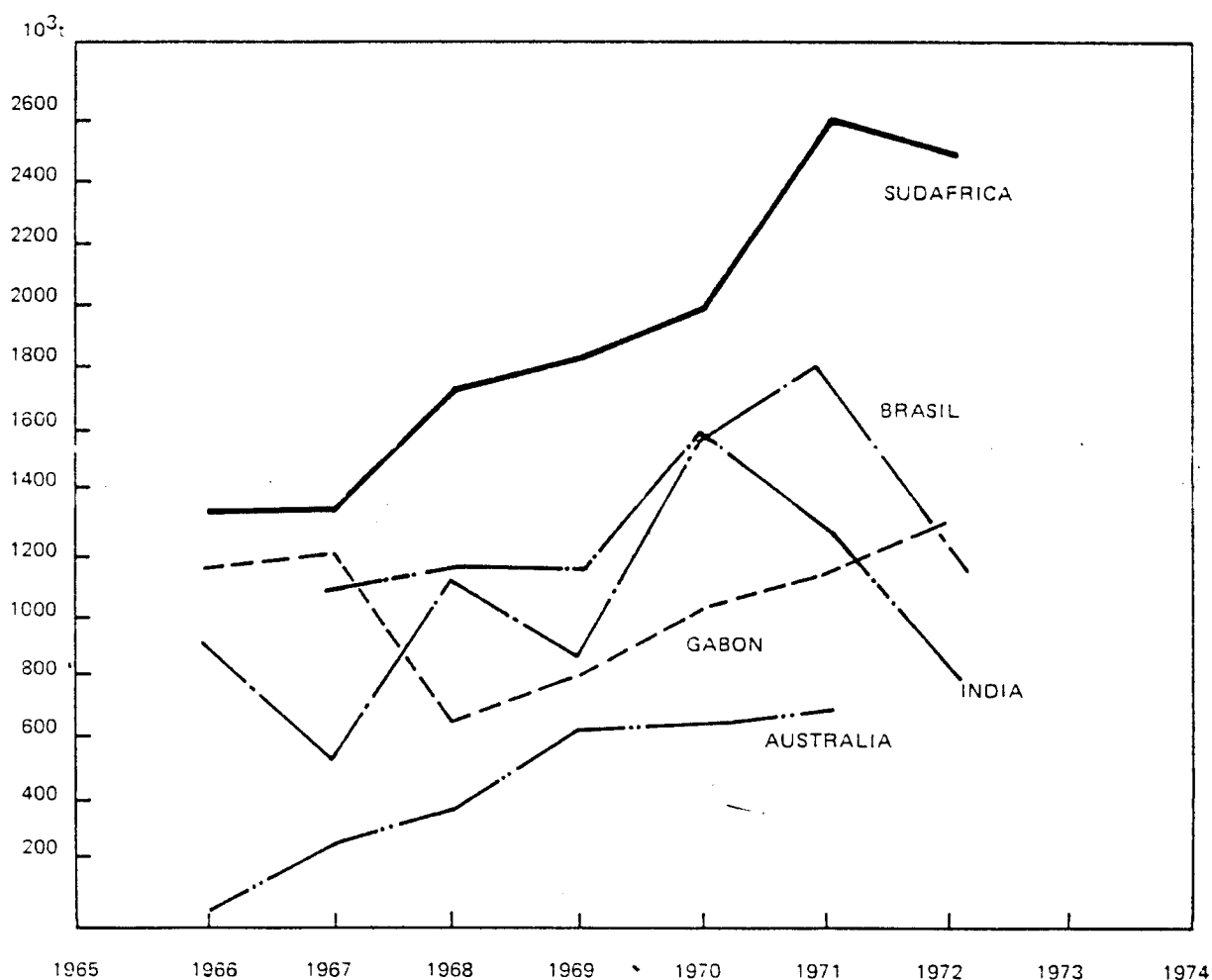
Fuente: (16)

(16) O'Faircheallaigh, Ciaran. "The World Manganese Industry". Mining Magazine, mayo 1985.

Se deduce la dependencia, prácticamente absoluta, de las importaciones en USA, C.E.E. y Japón, y el papel estratégico de Brasil, Gabón, Sudáfrica y Australia en las exportaciones.

Hasta el inicio de la crisis económica, las exportaciones de mineral en los cinco mayores países venían evolucionando como indica la Figura 2, en la que no se incluyen los PEP. Las exportaciones vienen a ser el 75 por 100 del mineral producido, con tendencia, como indica la Figura 1, a dar mayor valor añadido exportando ferromanganeso.

FIGURA 2.- PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES



Fuente: MINER, Monografía citada del manganeso.

De los países exportadores crecen Sudáfrica, Gabón y Australia; fue irregular Brasil hasta principios de 1985 con la comercialización inicial de Carajás; y decrece India por la reducción de sus producciones a que nos hemos referido.

Las principales importaciones son de USA y Japón. El primero importa incluso ferroaleaciones, de México, Sudáfrica y Francia. El segundo exporta ferroaleaciones a USA, Corea del Norte y Sureste asiático.

USA mantiene almacenamientos de manganeso, por el General Services Administration -GSA-, para casos de emergencia, al ser un país deficitario y con elevado consumo. Ha llegado a almacenar 3 Mt, liberando el GSA de tiempo en tiempo hasta 1 Mt, lo que altera el mercado y los precios.

Podemos resumir que:

- i) Los grandes consumidores dependen casi totalmente de los grandes productores.
- ii) Los grandes consumidores capitalizan las explotaciones en los países productores para garantizarse, en parte, los suministros.
- iii) Se acusa, también en el manganeso, la tendencia a exportar materiales de mayor valor, en este caso ferromanganeso.
- iv) El consumo siderúrgico de manganeso hace que el comercio mundial de éste se asemeje al siderúrgico, como en las producciones.

NODULOS POLIMETALICOS

En el inicio de este estudio hemos hecho referencia a los nódulos de manganeso o polimetálicos, según el estudio de Naciones Unidas. Su importancia, que era potencial, es ya una realidad para el abastecimiento de manganeso y otros metales. En los últimos veinte años han progresado los esfuerzos y los resultados para investigar y explotar dichos nódulos en el fondo de los océanos, hasta 5.000 m de profundidad. En la Tercera Conferencia del Mar, de Naciones Unidas, se ha planteado ya quién puede explotar tales recursos, cuántos pueden extraerse y quién se beneficiará de su explotación (17).

Los nódulos son una fuente de suministro de óxido de manganeso. En su mayoría son elipsoidales, con tamaños que varían de unos milímetros a varios centímetros de diámetro. Son porosos y contienen agua, de la mitad a un tercio de su peso. Su estructura suele consistir en capas concéntricas de crecimiento que rodean normalmente a un núcleo que puede ser orgánico o inorgánico. Son extremadamente frágiles.

La explotabilidad de un depósito está definida por las características del mineral y por su entorno de deposición. Los nódulos de manganeso con otros metales, tales como níquel, cobre, cobalto y molibdeno, vanadio y titanio, son considerados de interés económico. El grado de los nódulos (el contenido de varios metales de interés en un nódulo se define por el tanto por ciento de su peso) y la abundancia de nódulos (el peso de nódulos por unidad de fondo de océano se expresa en kg/m²) determinan la cantidad de metales contenidos en los nódulos.

(17) Naciones Unidas. Obr. Cit.

dulos en un área concreta. Los depósitos actualmente económicos tienen un grado de 1,1 a 1,6 por 100 de níquel; de 0,9 a 1,2 de cobre; de 0,2 a 0,3 de cobalto y de 25,0 a 30,0 por 100 de manganeso. La abundancia debe situarse entre 5 y 15 kg/m². El grado varía extraordinariamente de unos a otros puntos del fondo oceánico; también dentro de un mismo depósito, e incluso en un mismo nódulo. También varía la abundancia de nódulos. De ahí la importancia de los desmuestres.

El entorno de deposición varía en función de la morfología del fondo marino; de la profundidad y de las condiciones de la columna de agua (de 3.000 a 6.000 m); de las condiciones superficiales del agua; y finalmente de la distancia a la costa (del orden de 500 a 3.000 millas marinas).

Las características económicas de un depósito deben permitir el beneficio de 1,4 a 9 Mt de nódulos húmedos por año durante un período de 20 a 30 años. Se han localizado zonas de estas características en el Océano Pacífico (especialmente la de Clarión-Clipperton, en el Noreste, y la ecuatorial) y en el Océano Indico.

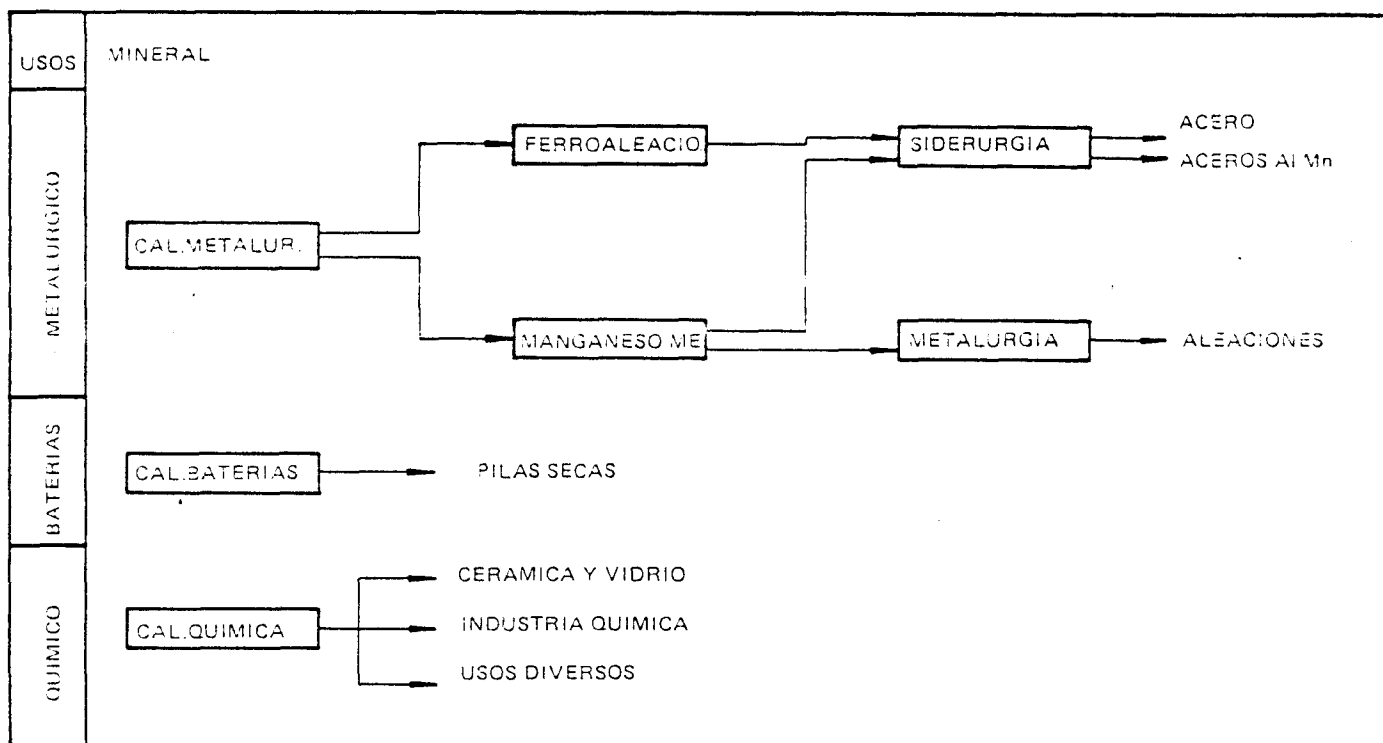
En la actualidad trabajan en estos temas cuatro consorcios internacionales de USA, Canadá, Inglaterra, R.F. de Alemania, Bélgica, Holanda, Italia y Japón, y dos grupos de compañías públicas y privadas de Japón y Francia. España tuvo la posibilidad, que se ofreció a ENADIMSA, al inicio de la presente década, de participar, con el B.R.G.M. y el Instituto Francés de Oceanografía, en estos temas, pero no se encontró respaldo económico. También actúan en otras áreas URSS, India y la R.P. China. Otros países están interesados en futuras operaciones económicas.

TENDENCIAS EN LOS USOS DEL MANGANESO

El mayor uso continuará siendo el siderúrgico, aunque disminuya el consumo por tonelada de acero. Este uso supondrá un 90 por 100 del consumo mundial. Crecerá en términos absolutos al estar ligado su consumo al del acero (18), lo que ha motivado en los últimos años una reducción de la demanda. En los PIEM el uso crecerá el 2,9 por 100 anual, pero dada la su per-oferta actual la producción sólo aumentará el 1,1 por 100 anual hasta 1995.

En conjunto se distinguen los tres usos de la Figura 3: metalúrgicos, para baterías y químicos, a partir de tres calidades de mineral.

FIGURA 3.- USOS DEL MANGANESO



Fuente: MINER, Monografía cit.

(18) WORLD BANK "The Outlook for Primary Commodities, 1984 to 1995" R.C. Duncon. Diciembre 1984.

El manganeso se aplica en la fabricación de casi todos los aceros, donde realiza tres funciones principales: neutraliza los efectos perjudiciales del azufre que impide que los aceros se puedan laminar o forjar; como verdadero elemento de aleación; y como desoxidante débil.

Se emplea en ferroaleaciones (ferromanganeso y silicomanganeso) y como manganeso metal.

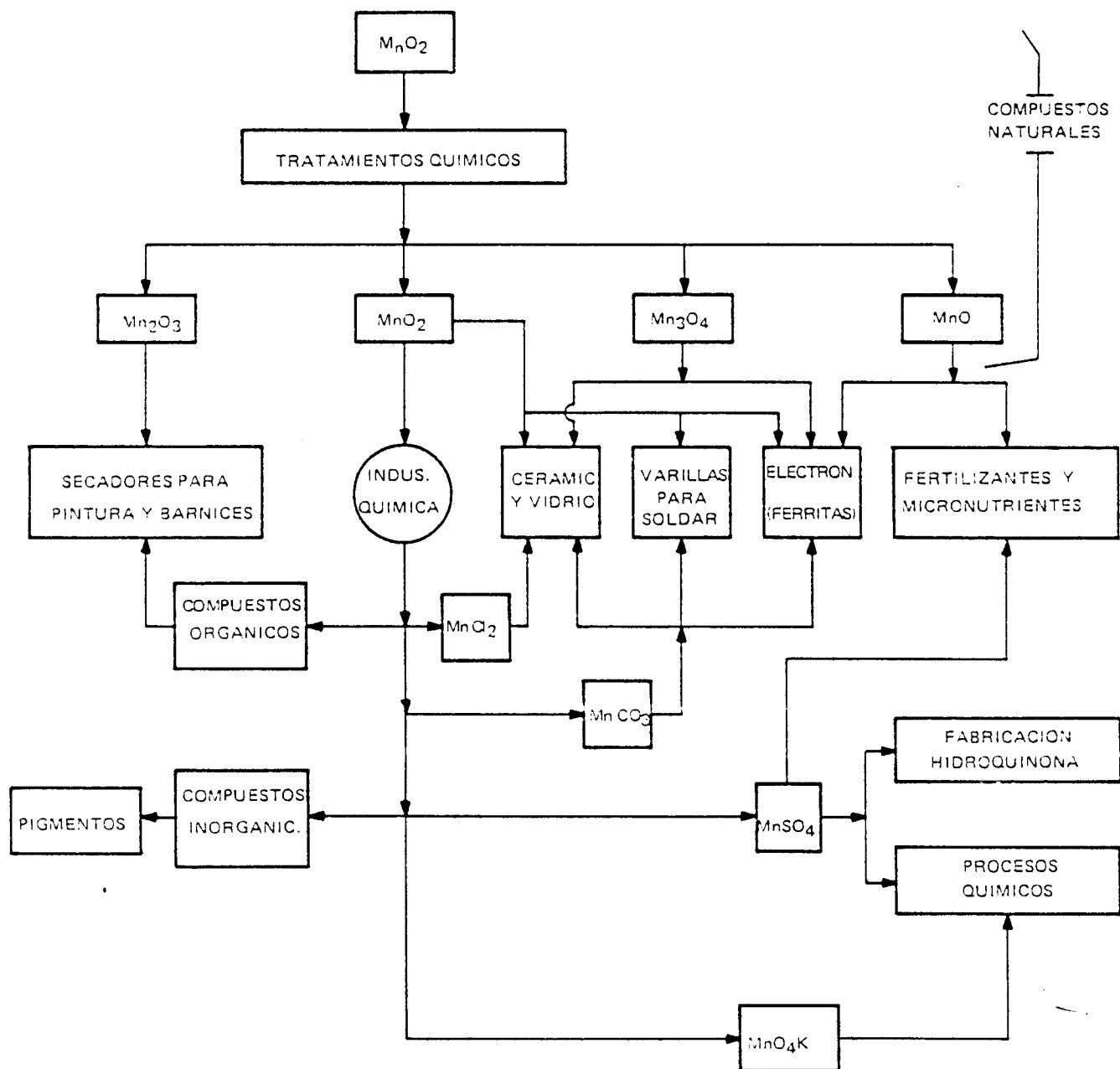
El ferromanganeso es la aleación más empleada en siderurgia y se distinguen tres tipos: de alto contenido en carbono (6-8 por 100); de contenido medio (0,5 y 2); y bajo en carbono (0,1 a 0,2 por 100).

El silicomanganeso se emplea como elemento desoxidante complementario del manganeso, al ser el silicio un desoxidante más enérgico que aquél.

Entre las aleaciones no férreas se distinguen las binarias y las complejas. Entre las primeras destacan Cu-Mn, Cr-Mn, Al-Mn, Zn-Mn y Sn-Mn. Entre las segundas están los bronce al manganeso, que son aleaciones de Cu y Mn con otro metal, tal como Ni, Al y Si, y los latones al manganeso, que son aleaciones de Cu y Mn con Ag, Zn y Ni.

El dióxido de manganeso puede usarse en la fabricación de pilas secas en tres formas: como mineral activo para baterías, como dióxido químico -CMD- y como dióxido electrolítico -EMD-. La fabricación de pilas secas constituye el segundo consumidor de manganeso, tras el mercado metalúrgico, con una demanda del orden de 250.000 t/a de mineral.

FIGURA 4.- USOS QUIMICOS DEL MANGANESO



Fuente: MINER, Monografía citada.

Unión Carbide es el mayor productor mundial de baterías, seguida de Duracell.

Los usos químicos del manganeso se esquematizan en la Figura 4. La producción de EMD es la de mayor expansión en el manganeso no metalúrgico. Japón continúa siendo el mayor productor, con la citada Toya Soda y la Mitsui Mining and Smelting. La segunda posición la ocupa USA y hay nuevos proyectos en marcha en Brasil, Australia y México.

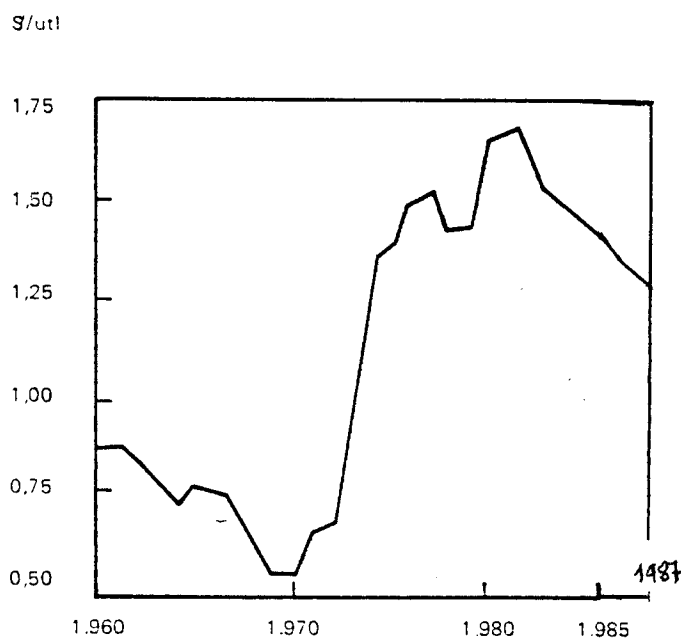
Por el contrario, el CMD ha experimentado una reducción en los últimos años, con la excepción de Bélgica, donde Sedema ha doblado su capacidad a 40.000 t/a.

PRECIOS

La industria del manganeso utiliza para su comercio la "unidad" de manganeso que es el 1 por 100 de 1 tonelada de me

FIGURA 5.- PRECIOS DE MINERAL

(Grado metalúrgico, 48% Mn)



Fuente: TINSLEY, *op. cit.*

tal equivalente. Por otra parte, una unidad por tonelada larga -utl- equivale a 22,4 libras de manganeso contenido; y un mineral del 48% Mn tiene 48 unidades de manganeso contenido. En los últimos años, según la Figura 5, los precios se han movido en una banda de 1,27 a 1,65 \$/utl, lo que supone de 60,96 a 79,2 \$/tl.

El mineral metalúrgico se contrata en toneladas anuales, y los precios se deducen de noviembre del año anterior a mayo del año de embarque.

En 1984 los precios se mantuvieron, según METALS WEEK, entre 1,4 y 1,47 \$/utl. METALL BULLETIN estimó para las entregas europeas de 1,30 a 1,36 \$ en el año, con ventas spot superiores en 0,7 a 0,9\$; el año cerró a 1,36-1,44\$.

Los diversos productos del mercado cotizaron, según TISSOT y para el 20 de noviembre de 1984, de la forma que indica el Cuadro VII, en dólares por tonelada, c.i.f. puerto de Europa occidental.

CUADRO VII.- PRECIOS PRODUCTOS MANGANESO

PRODUCTOS	\$
Mineral 48% Mn	65-68,7
Ferromanganeso standar	300-330
Ferromanganeso medio en carbono	520-540
Ferromanganeso bajo en carbono	850-870
Silicoferromanganeso	350-400
Mn metal electrolítico	1.800

Fuent: TISSOT, obr, cit.

Los precios medios en los años 1985, 86 y 87, en \$/ltu, fueron: 1,43; 1,34 y 1,27, respectivamente, para mineral del 48%.

EL MANGANESO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA

RESERVAS Y RECURSOS ESPAÑOLES

Desde 1974 no hay explotaciones de manganeso en España (19), o, en otros términos, no existen reservas de mineral, en el sentido de economicidad que estamos dando a éstas. Para el IGME, no obstante, se estiman (?) unas reservas demostradas de 13.000 t de Mn contenido y 25.000 t de inferidas (20), con unos recursos totales, según la misma fuente, de 1.074.000 t de manganeso. (Veáse Cuadro X, de la página 46).

En general, los minerales de manganeso españoles resultan afectados por condicionamientos tecnológicos (21). Las leyes en Mn son bajas, con exceso de sílice y contenidos en hierro también bajos, de carácter paleogeográfico. Las cubricaciones estimadas en la fecha de la cita, en 1972, podían llegar a ser importantes, de algunos millones de toneladas. Pero "realmente el desconocimiento de reservas de esta sustancia en todas las zonas es sorprendente. No sólo se ignoran las cubricaciones, sino que tampoco se sabe casi nada de las producciones habidas en gran número de las áreas señaladas" como potencialmente manganesíferas.

(19) MINER. "Panorama minero 1982". IGME. Madrid 1984.

(20) MINER. IGME. "Inventario Nacional de Recursos de Manganeso". Madrid 1982.

(21) IGME. "Mapa previsor de mineralizaciones de Manganeso". 1972.

Los indicios españoles de manganeso son numerosos, aunque de importancia escasa y diferente. Se encuentran en Galicia (Pontevedra y Lugo), Asturias-León, Huesca, Pirineo Catalán, Zamora, Sistema Ibérico, Madrid, Badajoz, Ciudad Real, Huelva y, en las Béticas, desde Málaga a Cartagena. Sólo las áreas de Huelva y sobre todo Ciudad Real están relativamente bien definidas y son las de mayor importancia. Los yacimientos españoles, excesivamente pequeños, tienen características mineralógicas y morfológicas que encajan con bastante perfección con las de sus homólogos mundiales.

Se distinguen mundialmente tres tipos:

- A) Estratiformes, sin Fe, de plataforma, en relación con vulcanismo.
- B) Estratiformes, con Fe y Braunita, en zonas metamórficas del Precámbrico al Paleozoico.
- C) Filones de mineralogía compleja en relación con rocas ígneas.

Los yacimientos tipo, de los que hemos citado, son A_1 , - Nikopol (URSS); A_2 Moanda (Gabón); B_1 , Mina Gerais (Brasil); B_2 Mato Grosso (Brasil); C_1 , Marruecos; C_2 Méjico; y B_3 Marruecos.

Las áreas de Ciudad Real y Huelva corresponden respectivamente a los tipos A_1 y B_2 .

En la provincia de Huelva, que ha sido la mayor productora de manganeso nacional, existe una gran variedad de minerales, tales como hausmanita, pirolusita, manganita, rodocrosita, rodonita y braunita asociada a hausmanita y pirolusita. Los yacimientos onubenses de manganeso encajan en pizarras silurianas

nas y del Carbonífero inferior, jalonadas con afloramientos de jaspe y en relación próxima o lejana con los criaderos de piritas.

A estos yacimientos se les atribuye una génesis hidrotermal. Los fluidos magmáticos han debido ascender a través de las zonas estructurales más débiles de las rocas encajantes y, cuando han encontrado condiciones de presión y temperatura favorables, han depositado una parte de las sustancias con metasomatismo parcial de las rocas. Como las condiciones de deposición, transporte y solución de los compuestos de manganeso y de sílice son parecidas, estos yacimientos están fundamentalmente constituidos por jaspe, o bien formando bolsadas de alta concentración que pueden alcanzar a varios miles de toneladas. Estas bolsadas tienen potencias variables de 0,4 a 30 metros, profundizando sólo en contadas ocasiones más de 100 m.

En la zona más superficial, los óxidos de manganeso rellenan las litoclasas de los jaspes; éstos, a nivel inferior, suelen pasar a una roca silícea con más o menos indicios de pirita, y los óxidos de manganeso aparecen asociados a carbonatos y silicatos situados preferentemente en el contacto con las rocas laterales. A nivel aún más inferior aparece la rodocrosita, disminuyendo la sílice a medida que aumenta la profundidad y enriqueciéndose el contenido en manganeso. La ley varía entre 30 y 40 por 100 de Mn, y la sílice oscila alrededor del 20 por 100.

Lo interesante de estos criaderos de Huelva, desde el punto de vista genético, se cifra en su relación con los yacimientos de pirita, aunque hay veces en que aparecen independientes de ellos, y en la mezcla de especies minerales de manganeso. Su irregularidad y su alto contenido en sílice han originado limitaciones en cuanto a su explotación.

El manganeso de Huelva forma parte de la faja piritica hispano-portuguesa, de unos 230 km de largo y de 30 a 40 de ancho, en cuya superficie han existido unas 300 pequeñas explotaciones de manganeso, y que cubre parte de las provincias de Huelva y Sevilla y el Bajo Alentejo, en Portugal.

Sobre la investigación que se lleva a cabo en Bolaños (Ciudad Real) ya se ha hecho un ligero comentario anteriormente.

PRODUCCION Y CONSUMO

La actividad minera de manganeso fue muy intensa en España, básicamente en Huelva, durante el siglo pasado y en el presente, entre los años 1940 a 1960. En 1880 España era el primer productor, abasteciendo las dos terceras partes de la demanda mundial. Se ha calculado (22) que hasta finales de 1960 Huelva llevaba producidas 2.400.000 t de mineral de manganeso, lo que a su vez puede ser el 80 por 100 de la producción española.

La decadencia de la industria extractiva en España se refleja en el Cuadro VIII, hasta su total desaparición en 1974. En los inicios del período que el cuadro contempla la producción anual por mina era de menos de 600 t, para concluir en unas 3.200 t; la productividad por hombre y año sube en el período de 30 t a 129.

De la comparación de los Cuadros VIII y IX se deduce la falta de respuesta de la oferta interna, decreciente, a la demanda creciente con la producción de acero. También es imputable el proceso a la caída de los precios entre 1960 y 1970, según se indica en la figura 5, de la página 37.

(22) ENADIMSA. "Proyecto de investigación del Grupo Minero Soloviejo, (Huelva)". Diciembre 1983.

CUADRO VIII.- INDUSTRIA EXTRACTIVA DE Mn EN ESPAÑA

AÑO	EXPLOTACIONES	MANO DE OBRA	TONELADAS
1958	63	1.283	36.530
1959	60	1.102	40.754
1960	36	726	22.304
1961	32	473	15.506
1962	24	325	12.792
1963	14	260	15.293
1964	6	173	16.113
1965	6	169	17.461
1966	7	131	18.959
1967	4	113	8.466
1968	4	102	12.966

Fuente: (23)

CUADRO IX.- CONSUMO DE MANGANESO EN EL MISMO PERIODO

AÑO	t	AÑO	t
1957	44.336	1963	117.633
1958	54.765	1964	165.761
1959	91.730	1965	104.086
1960	87.240	1966	161.899
1961	80.660	1967	143.310
1962	119.232	1968	196.482

Fuente: (23)

(23) ENADIMSA. "Proyecto de investigación del manganeso en España". Madrid 1969.

Una vez más podemos señalar la influencia de la política en la actividad minera y la sensibilidad del manganeso a acontecimientos internacionales. Desde 1950 y con ocasión de la guerra de Corea, Rusia, que hemos indicado es el mayor productor mundial de manganeso, deja de abastecer el mercado norteamericano. USA constituye un depósito estratégico que asegure su consumo de cinco años. Inmediatamente se elevan los precios al doble entre 1946 y 1957, permitiendo la existencia de la pequeña minería española que hemos consignado. Pero ello fomenta la investigación mundial, con el descubrimiento de los grandes yacimientos que hemos descrito, aumenta la oferta y vuelven a caer los precios con el cierre definitivo de los pequeños yacimientos, como los españoles. A partir de 1973, con el comienzo de las crisis energéticas, se dispararon los precios, pero la minería española conocida no puede reaccionar.

Dejamos constancia, no obstante, en el Cuadro X, de las previsiones de recursos de Mn en el Inventario del IGME, de 1982, porque demuestra que no hay recursos identificados ni para dos años de consumo nacional. Y, aún así, los que señala son dudosos, como se ha dejado constancia en la página 40 y por la serie de razones que se repiten en estos estudios sobre el sistema de clasificación de recursos y reservas.

COMERCIO DE MANGANESO

El Cuadro XI sintetiza las importaciones y exportaciones de seis partidas arancelarias: óxidos y sulfatos, ferromanganeso carburado, ferromanganeso no carburado, ferrosilicomanganeso, metal y mineral. España es importadora de todo el mineral que transforma, con máximo del último decenio en 1979, en el

CUADRO X.- RECURSOS ESPAÑOLES

Tn de Mn contenido

		RECURSOS IDENTIFICADOS			RECURSOS NO DESCUBIERTOS	
		DEMOSTRADOS		INFERIDOS	GRADO DE PROBABILIDAD	
		MEDIDOS	INDICADOS		HIPOTETICOS	ESPECULATIVOS
RESERVAS	ECONOMICOS	13.000		25.000	450.000	360.000
RECURSOS	MARGINALES	16.000		62.000		
	SUBECONOMICOS	35.000		113.000		

Fuente: Inventario IGME 1982

que se alcanzan casi quinientas mil toneladas, para retornar a valores normales en los dos últimos años que el cuadro contempla.

En las exportaciones, decaen en el período considerado todas las partidas, con excepción de los óxidos y sulfatos.

El saldo en millones de pesetas de todo el comercio se refleja en el Cuadro XII, siendo favorable en 1979, desfavorable en 1980, 84 y 87 y prácticamente equilibrado en el resto.

Las importaciones de mineral proceden de Sudáfrica (34,8 por 100 del total), Ghana (20,2), Australia (17,2), Gabón (15,4), India (5,7), Brasil (3,6) y otros (3,1). Las exportaciones de ferroaleaciones están dirigidas a la C.E.E. y USA.

El consumo de manganeso en España se reparte de acuerdo con el modelo de consumo a nivel mundial. Más del 90 por 100

CUADRO XI.- COMERCIO EXTERIOR DE MANGANESO (Toneladas)

- IMPORTACIONES

PARTIDA	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Oxidos y sulfatos	1.310	437	514	937	5.092	2.316	920	3.177	3.815
Ferromanganeso carburado	0,8	4.151	341	68	1.727	949	1.154	6.414	11.341
Ferromanganeso no carburado	191	135	167	1.166	166	96	106	221	2.788
Ferrosilicomanganeso	55	267	104	205	2.000	1.601	1.516	11.392	14.535
Metal	346	1.529	2.869	541	676	504	466	674	614
Mineral	487.333	432.648	253.990	260.149	213.765	417.653	299.032	244.299	202.286

- EXPORTACIONES

Oxidos y sulfatos	3.000	3.202	1.572	2.403	6.884	4.471	2.702	5.091	13.028
Ferromanganeso carburado	16.430	7.174	9.057	0	35	27	6	73	21
Ferromanganeso no carburado	37.051	24.159	22.974	23.604	15.807	24.552	26.775	22.010	13.082
Ferrosilicomanganeso	40.613	24.666	6.583	9.099	5.569	5.257	7.074	7.076	7.132
Metal	0	0	89	69	-	-	1	1	19
Mineral	138	68	88	91	92	23	-	1	-

Fuente: ENADIMSA "Estudio Sectorial para el aprovisionamiento nacional de manganeso". Madrid, 1983, y Estadística del Comercio Exterior de España.

CUADRO XII.- SALDO DEL COMERCIO EXTERIOR (Millones de Pesetas)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
IMPORTACIONES	2.323	2.664	2.112	2.456	3.009	4.554	3.552	3.429	3.188
EXPORTACIONES	3.454	2.409	2.174	2.523	3.076	3.523	3.840	3.433	2.479
SALDO	+1.131	- 225	+ 62	+ 67	+ 67	-1.031	+ 288	+ 4	- 709

Fuente: ENADIMSA, Estudio citado, y Estadística del Comercio Exterior de España.

del mineral consumido lo es con fines siderúrgicos y el resto se reparte entre las industrias químicas, fabricación de baterías secas y usos diversos.

Cuatro empresas productoras de ferroaleaciones totalizan prácticamente la importación de minerales: Ferroaleaciones y Electrometales, S.A. (FYESA), Sociedad Española de Fundiciones Eléctricas, S.A. (SEFESA), Sociedad Española de Carburos Metálicos (SECM) e Hidronitro Española, S.A. (HIDRONITRO).

FYESA tiene una capacidad de consumo de mineral de 244.000 t/a, que supone el 48,8 por 100 de la capacidad nacional. SECM, 122.000 t, que representan el 24,4%. HIDRONITRO, 94.000 t y el 18,8%. Y SEFESA, 40.000 t y el 8 por 100.

Las capacidades de producción de las cuatro industrias, en ferromanganeso standard y afinado y en ferrosilicomanganeso; la relación de toneladas de mineral por tonelada de producto, y el contenido en Mn del producto obtenido, constituyen los datos del Cuadro XIII.

El Cuadro XIV aporta datos sobre consumo de mineral, utilización de capacidad de las instalaciones, y producción de tres tipos: Fe-Mn standard y afinado y Fe-Si-Mn.

La estructura del mercado nacional del manganeso se basa (según el tan citado informe de ENADIMSA, de 1983), en los siguientes criterios:

- a) La producción, una vez reestructurado el Sector, será de 66.000 t de Fe-Mn standard, 4.000 t de FeMn afinado y 46.000 t de Fe-Si-Mn.

CUADRO XIII.- CAPACIDAD DE PRODUCCION NACIONAL DE FERROALEACIONES

EMPRESAS	FERROMANGANESO						FERROSILICOMANGANESO		
	STANDARD			AFINADO			10 ³ t	t/u	%
	10 ³ t	t/u	%	10 ³ t	t/u	%			
FYESA	80	2,2	75	10	0,8	80	60	1,0	65
SECM	50	1,9	76	-	-	-	30	0,9	66
HIDRONITRO	-	-	-	32	2	-	40	0,75	60-68
SEFESA	18	2,2	75	-	-	-	-	-	-
TOTAL	148	-	-	42	-	-	130	-	-

Fuente: ENADIMSA, informe citado.

CUADRO XIV.- CONSUMO DE MINERAL Y PRODUCCION DE FERROALEACIONES

EMPRESAS	CONSUMO 10 ³ t	PRODUCCION % DEL TOTAL	UTILIZACION %	PRODUCCION 10 ³ t		
				FERROMANGANESO		Fe-Si-Mn
				STANDARD	AFINADO	
FYESA	104,5	38,0	42,8	34	2	28
SECM	68,0	24,7	65,5	30	-	12
HIDRONITRO	77,5	28,2	82,4	-	25	31*
SEFESA	25,0	9,1	62,5	12	-	-
TOTAL	275,0	100,0	55,0	76	27	52*

Fuente: ENADIMSA, informe citado.

* Sólo 12.000 t se consideran producto final.

- b) El nivel anual de importaciones de ferroaleaciones será del orden de 1000 t de Mn contenido.
- c) Sólo exportará HIDRONITRO, dado el tipo de productos que fabrica -Fe- Mn y Fe-Si-Mn afinados y superafinados- y su vinculación a la multinacional PUK. Se estiman unas exportaciones de 22.000 t/año de Fe-Mn afinado y de 6.000 t/año de Fe-Si-Mn.
- d) Actualmente no se utilizan minerales de ferromanganeso para usos directos en siderurgia.
- e) La cantidad de mineral para usos no siderúrgicos puede ser de unas 4.000 t/año.
- f) Los minerales importados oscilan entre el 40 y el 52 por 100 de Mn.

El grupo PUK (Pechiney-Ugine-Kuhlmann) participa en el 49,27 por 100 de HIDRONITRO.

BALANCE DE MANGANESO

Para finalizar el estudio, se va a efectuar una aproximación al balance de Mn del año 1987, último considerado en el presente informe, siguiendo la sistemática y la nomenclatura de la Comunidad Europea. El carácter aproximativo se debe a un forzoso uso de coeficientes para intentar paliar las lagunas estadísticas y la falta de datos específicos.

Las hipótesis de partida son las siguientes:

a) Las producciones (P), importaciones-exportaciones (M-X) y consumos (C) se agrupan en 6 partidas. A los tonelajes M-X (Estadística del Comercio Exterior de España) se les suponen las leyes que figuran en la Estadística Industrial de España:

	<u>% Mn</u>
I. Minerales brutos	45
II. Oxidos y sulfatos	45
III. Ferroaleaciones:	
. Fe Mn carburado	78
. Fe Mn no carburado	85
. Ferrosilicomanganeso	66
IV. Metal bruto	65
V. Desechos y desperdicios	60
VI. Metal elaborado	100

b) El consumo C_{III} se considera el 90% de C_I , y los consumos C_{II} y C_{IV+V} se toman en la proporción de 1 a 2, según el modelo de consumo USA, en 1987, muy similar al español. Fundamentalmente, ambos consumos se refieren a manganeso para baterías y para usos químicos.

c) Las variaciones de stocks en las 6 partidas contempladas se suponen nulas por no disponer de las mismas.

En tales supuestos se llega al Cuadro XV, Balance de manganeso en España para el año 1987, en el que se observa un consumo aparente de Mn metal de unas 92.000 t.

CUADRO XV.- BALANCE DE MANGANESO (1987)

(t metal contenido)

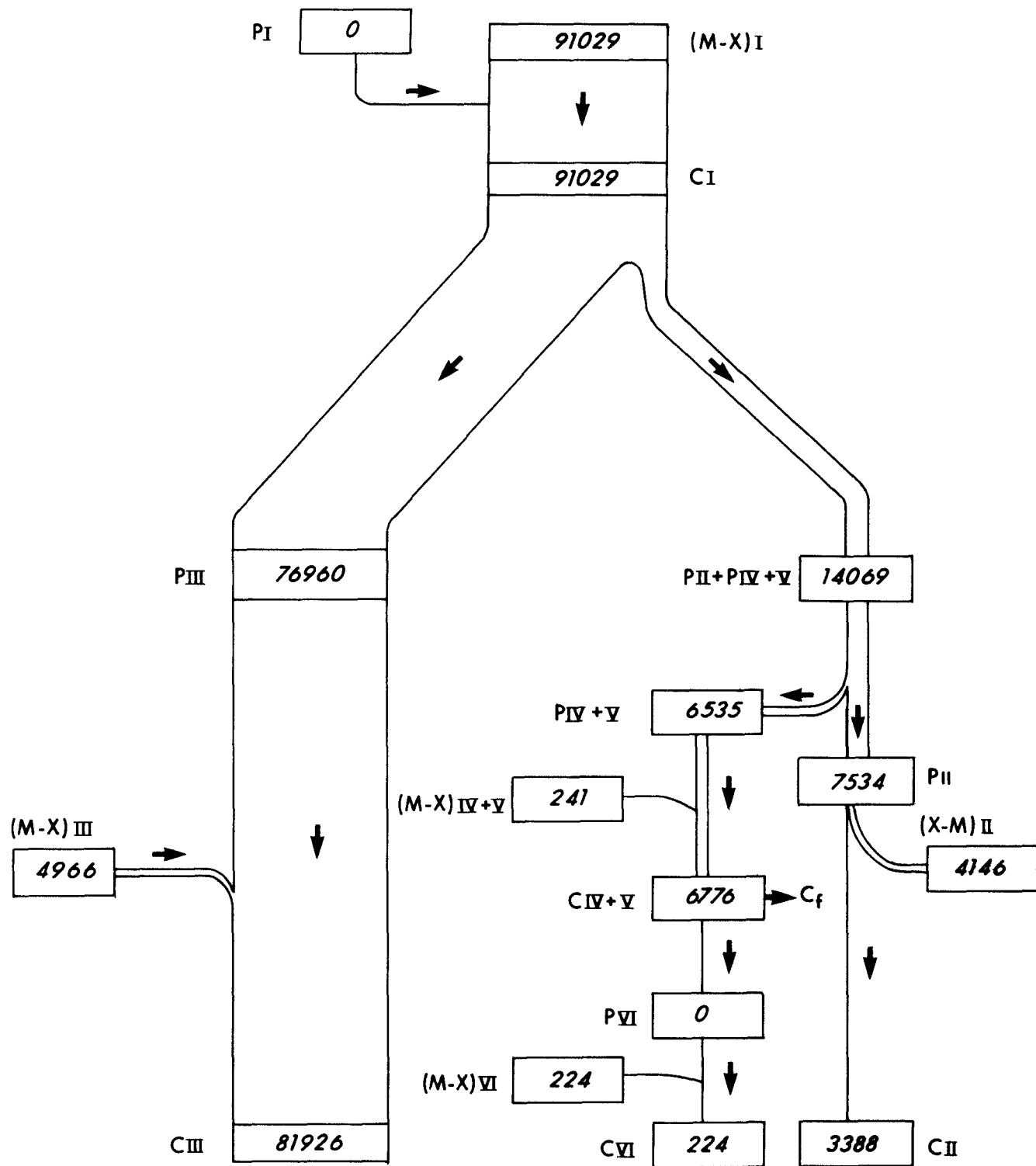
	P ₁	+	M-X	=	C
I	-		91.029		91.029
II	7.534		-4.146		3.388
III	76.960		4.966		81.926
IV+V	6.535		241		6.776
VI	-		224		224
Mn	-		92.314		92.314

Se acompaña el diagrama estadístico de flujo correspondiente.

Mn

DIAGRAMA ESTADISTICO DE FLUJO

Metal contenido (t)



Base: 1987

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		<u>PAGINA</u>
I	Reservas y recursos mundiales	20
II	Producción mundial, por año	22
III	Producción de mineral de manganeso, por países .	22
IV	Producción mundial, por bloques	23
V	Distribución geográfica de exportaciones	24
VI	Minerales de manganeso	25
VII	Precios productos manganeso	38
VIII	Industria extractiva de Mn en España	44
IX	Consumo de manganeso	44
X	Recursos españoles	46
XI	Comercio exterior de manganeso	47
XII	Saldo del comercio exterior	47
XIII	Capacidad de producción nacional de ferroaleacio- nes	49
XIV	Consumo de mineral y producción de ferroaleacio- nes	49
XV	Balance de manganeso	52

INDICE DE FIGURAS

	<u>Págs.</u>
Comercio mundial de minerales y de ferroaleaciones	29
Principales países exportadores	30
Usos del manganeso	34
Usos químicos del manganeso	36
Precios de mineral	37
Diaframa estadístico de flujo	53

INDICE BIBLIOGRAFICO

- DeMILLE, John B. "Minerales estratégicos". Pág. 401. Aguilar, Madrid, 1949.
- DOETSCH, Jorge. "Relación sintética de los Grupos Mineros de hierro y de manganeso de las provincias de Badajoz y Huelva". Madrid, 25 de marzo de 1950.
- ENADIMSA. "Proyecto de investigación del manganeso en España". Madrid, 1969.
- MINER. IGME. "Mapa metalogénico de España a escala de 1:1500000. Mapa previsor de mineralizaciones de MANGANESO". Madrid, 1972.
- MINER, IGME. Programa Nacional de Investigación Minera. "Estudio sobre estado actual y tendencias futuras de mercado y tecnología de algunas sustancias minerales, destinado a la elaboración de planes de actuación sobre estas sustancias". Tomo XII: Manganeso. Madrid, diciembre 1975.
- LEONTIEF, Wassily. "1999. Une étude de l'ONU sur L'economie mondiale future". Dunod, Caris 1977.
- OCDE. "Interfuturos. De cara al futuro para un control de lo probable y una gestión de lo imprevisible. Edición castellana del Instituto Nacional de Prospectiva. Págs. 64 y sig. Madrid, 1980.

MINER. Revisión interna del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales". Madrid, febrero 1983.

ENADIMSA. "Estudio sectorial para el aprovisionamiento nacional de manganeso". Madrid, 1983.

ENADIMSA. "Proyecto de investigación del Grupo Minero Soloviejo (Huelva)". Diciembre 1983.

TINSLEY, C. Richard. "Manganese". E and M.J., marzo 1983.

TINSLEY, C. Richard. "Manganese". E. and M.J., marzo 1984.

U.S. BUREAU OF MINES. "Mineral Commodity Summaries", 1984, pág 97 y siguientes.

NACIONES UNIDAS. Seabed Minerals Series, Volume 2: "Analysis of Exploration and Mining Technology for Manganese Nodules". London, 1984.

MINER. IGME. "Panorama Minero 1982". Pág. 63. Madrid 1984.

WORLD BANK. "The Outlook for Primary Commodities, 1984-1995". Ronald C. Duncan, editor. Diciembre 1984.

TINSLEY, C. Richard. "Manganese". E. and M.J., marzo 1985.

O'FAIRCHEALLAIGH, Ciaran. "The world manganese Industry" Mining Magazine, mayo 1985.

GOMEZ ANGULO, J.A. Ensayo VIII: "Mineral de hierro", Junio 1985.

TISSOT, Robert. "Manganese, commercial aspects". J.M.M. junio 1985.

METALL BULLETIN MONTHLY, julio 1985. "Electrolytic manganese, a long term industry".

NACIONES UNIDAS. Comisión Económica para América Latina -CEPAL- publicación 48. "Desarrollo de los recursos mineros de América Latina". Pág. 107. Santiago de Chile, julio 1985.

STEVE TOON. "Manganese. Active batteries attract producers". Industrial Minerals, julio, 1985.

METAL BULLETIN, 5 de julio de 1985. "Manganese output drops".

MINING JOURNAL, 12 de julio de 1985. "World Bank View of Commodities".

METAL BULLETIN, 9 de Agosto de 1985. "Lower manganese prices".

METAL BULLETIN, 9 de Agosto de 1985. "Japan -S. Africa manganese talks".

METAL BULLETIN, 9 de Agosto de 1985. "Manganese ore from Carajás".

METAL BULLETIN, 30 de Agosto de 1985. "Antártica -the last Continent".

METAL BULLETIN, 13 de Septiembre de 1985. "Brazilian manganese plan".

METAL BULLETIN, 4 de octubre de 1985. Cotizaciones el 19 de Septiembre de 1985.