

Universidad de Huelva

Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética
y de la Construcción



El manganeso en la provincia de Huelva. Producción histórica y propuesta de recuperación de pasivos mineros

Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:

Vanesa Domínguez Cartes

Fecha de lectura: 21 de julio de 2023

Bajo la dirección del doctor:

Francisco Jesús Salguero Andújar

Huelva, 2023





Universidad
de Huelva

EL MANGANESO EN LA PROVINCIA DE HUELVA
PRODUCCIÓN HISTÓRICA Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE
PASIVOS MINEROS

TESIS DOCTORAL

VANESA DOMÍNGUEZ CARTES

HUELVA. 2023



Universidad
de Huelva

EL MANGANESO EN LA PROVINCIA DE HUELVA
PRODUCCIÓN HISTÓRICA Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE
PASIVOS MINEROS

TESIS DOCTORAL

Dirigida por el Profesor Dr. Francisco J. Salguero Andújar

Ciencia Regional: Empresa y Territorio.

VANESA DOMÍNGUEZ CARTES

Huelva. 2023

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Quizás esta sea la parte más importante de todo el trabajo realizado. Son muchas, más de las merecidas, las personas que me han apoyado y ayudado desde el comienzo de esta aventura que se ha extendido demasiado en el tiempo, pero que por fin ve la luz. Cuántos han sido los brazos que me han sostenido, cuánto que agradecer.

Mi primer agradecimiento, como no podía ser de otra manera, es para mi Director Paco Salguero, sin él nada de esto hubiera sido posible. Muchas han sido las horas que me ha dedicado dando lo mejor que tiene, su conocimiento y un corazón que no le cabe en el pecho. Nos quedan muchos proyectos juntos, esto es solo el principio.

A mi querido amigo Chencho. Cuantas llamadas, cuantos ratos de conversación y cuanto cariño desprendes. Es difícil encontrar a personas que te regalen un consejo sin esperar nada a cambio y que reconforten tanto con una simple palabra, "tranquila". Si hoy estoy aquí es por ti.

A Emilio Romero que con un teléfono y un ordenador arregla el mundo. A Juanjo García del Hoyo por no aburrirse de mí, aunque lo haya puesto muy fácil, y por dar una solución a cada uno de los problemas que se planteaban.

A Aguasanta Sarmiento, nuestra querida Directora del Departamento al que tengo el placer de pertenecer desde el año 2009 y que siempre ha buscado el hueco para un café, un cigarro y muchas palabras de cariño. A María Luisa de la Torre, por esa predisposición a ayudar siempre.

En mi memoria quedarán los cafés con Manolo Camacho e Isabel contándonos las penas y las alegrías. Tenéis una paciencia infinita.

A todos aquellos que se han parado cinco minutos simplemente para preguntar, ¿qué tal?.

Y como no podía ser de otra forma a mis padres, por su empuje. Ojalá la vida nos permita disfrutar mucho juntos.

Pero si a alguien le tengo que agradecer desde lo más profundo de mi corazón es a mi marido, Daniel y a mis tres amores, Carmen, Celia y Blanca. Sois la razón de mi existir. Sin vuestra ayuda y cariño, esto no hubiera sido posible. Cuantos malos ratos, cuantos sin sabores y cuantas alegrías. Os prometo, ahora sí, dedicaros el tiempo que os merecéis y que os he robado. Os quiero infinito.

RESUMEN

RESUMEN

Los yacimientos minerales constituyen la parte integrante más importante de los medios productivos de la sociedad.

Se entiende por Minería a la actividad industrial consistente en la extracción selectiva, mediante la aplicación de técnica minera y el uso de explosivos, de sustancias y minerales existentes en la corteza terrestre, de modo que sea económicamente rentable. La menor o mayor actividad minera ha venido supeditada a influencias externas que poco tienen que ver con el volumen de recursos explotables, sino más bien con la rentabilidad que supone la extracción o no del mineral en términos de mercado. Como consecuencia de ello, la Historia refleja periodos de más o menos actividad en este sector, fluctuaciones que también se han vivido durante los años de extracción de mineral de manganeso.

La provincia de Huelva ha sido un referente en la producción de manganeso nacional, llegando a generar más del 80% de la producción total. Sin embargo, y debido al descubrimiento de grandes yacimientos sedimentarios en otros países como Rusia, Brasil o Ghana, la minería del manganeso en Huelva perdió importancia al tratarse de explotaciones superficiales y de aprovechamiento.

En la actualidad se encuentran inventariadas un elevado número de minas de manganeso, muchas de las cuales están asociadas a escombreras que forman un gran pasivo ambiental minero, con la correspondiente degradación paisajística y del suelo.

Un pasivo constituido por ganga de chert, con un alto contenido en SiO_2 . Estas características hacen que pueda ser empleado en la composición de hormigones estructurales. El uso de este material para la fabricación de hormigón permitiría la reutilización de los residuos manganésíferos convirtiéndolos de esa forma en un activo ambiental, existiendo numerosas fuentes de aprovechamiento en la provincia de Huelva, ya localizadas.

ABSTRACT

Mineral deposits are the most important part of society's means of production.

Mining is the industrial activity consisting of the selective extraction, through the application of mining techniques and the use of explosives, of substances and minerals existing in the earth's crust, in such a way that it is economically profitable. The lesser or greater mining activity has been subject to external influences that have little to do with the volume of exploitable resources, but rather with the profitability of extracting or not extracting the mineral in terms of the market. As a result, history reflects periods of more or less activity in this sector, fluctuations which have also been experienced during the years of manganese ore extraction.

The province of Huelva has been a reference point in national manganese production, generating more than 80% of total production. However, due to the discovery of large sedimentary deposits in other countries such as Russia, Brazil and Ghana, manganese mining in Huelva lost its importance as it involved surface exploitation and exploitation.

At present, a large number of manganese mines have been inventoried, many of which are associated with dumps that form a large mining environmental liability, with the corresponding landscape and soil degradation.

This liability is made up of chert gangue, with a high SiO₂ content. These characteristics mean that it can be used in the composition of structural concrete. The use of this material for the manufacture of concrete would allow the reuse of manganese-bearing waste, thus turning it into an environmental asset, and there are numerous sources of exploitation in the province of Huelva, which have already been identified.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	21
INTRODUCCIÓN	22
Generalidades del manganeso	32
Introducción	32
Mineralogía	35
Geología	39
Yacimientos explotables de manganeso	40
Usos del manganeso	42
Aprovechamiento y beneficio del manganeso en el mundo	45
OBJETIVOS DE LA TESIS	49
METODOLOGÍA	51
Recopilación de datos	52
Tratamiento gráfico-estadístico	54
CAPÍTULO II	55
LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	56
GEOLOGÍA DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA	59
LA MINERÍA EN LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA	66
YACIMIENTOS DE MANGANESO	67
HISTORIA MINERA DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA	70
PASADO MINERO	70
MINERÍA Y ACTUALIDAD: EL RESURGIR DE LA MINERÍA EN LA FPI	73
CAPÍTULO III	80
HISTORIA	81

SOLICITUDES, REGISTROS Y CONCESIONES	91
INVENTARIO HISTÓRICO DE LAS PRINCIPALES MINAS DE MANGANESO EN LA PROVINCIA DE HUELVA	93
CAPÍTULO IV	174
INTRODUCCIÓN	175
TIPO DE EXPLOTACIÓN	177
ESTUDIO PORMENORIZADO DE LOS PERIODOS DE PRODUCCIÓN	179
PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 1860 Y 1886	179
PERIODO DE 1887 A 1893	191
PERIODO DE 1894 A 1905	192
PERIODO DE 1906 A 1924	197
PERIODO DE 1925 A 1940	202
PERIODO DE 1941 A 1973	206
CAPÍTULO V	210
PASIVOS AMBIENTALES MINEROS. POTENCIAL DE LA GANGA DE CHERT	211
POSIBLE USO DE RESIDUOS DE MANGANESO EN HORMIGONES	213
FABRICACIÓN DE PROBETAS Y ENSAYOS	215
HIPÓTESIS SOBRE LA MEJORA DE RESISTENCIA DE HORMIGONES A ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIL CENTRADA	220
CAPÍTULO VI	224
CONCLUSIONES	225
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS	228
REFERENCIAS	230

ÍNDICE DE FIGURAS, IMÁGENES Y GRÁFICAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Evolución histórica del precio del aluminio	23
Figura 02. Evolución histórica del precio del zinc	23
Figura 03. Evolución histórica del precio del cobre	23
Figura 04: Usos del manganeso	42
Figura 05: Variación del precio del manganeso	45
Figura 06: Países productores de manganeso.	46
Figura 07: Flujo de la investigación	51
Figura 08: Mapa de localización de la Faja Pirítica Ibérica	56
Figura 09: Prin. unidades geológicas de la Península Ibérica y Baleares	60
Figura 10: Mapa esquemático general de la Zona Surportuguesa	62
Figura 11: Columna estratigráfica de la Faja Pirítica Ibérica	65
Figura 12: Situac. geográfica de las minas actualmente en explotación	74
Figura 13: Nº minas inventariadas por municipio en la prov. de Huelva.	173
Figura 14: Produc. total minera en España y la provincia de Huelva.	179
Figura 15: Producción anual de Mn en España y en la provincia de Huelva (1861-1866)	180
Figura 16: Producción de Mn por provincias (1861-1865)	181
Figura 17: Producción de Mn por provincias (1866-1870)	182
Figura 18: Producción anual de Mn en España (1861-1870)	182
Figura 19: Aporte en la producción de Mn de la provincia de Huelva a España, (1861-1870)	184

Figura 20: Producción de Mn en España y la provincia de Huelva, en T (1869-1875)	185
Figura 21: Producción anual de Mn en España y las provincias de Huelva y Oviedo, en T (1871-1875)	185
Figura 22: Número de minas productivas de Mn (1866-1875)	186
Figura 23: Comparativa porcentual de la producción onubense con respecto a la nacional (1866-1875)	187
Figura 24: Producción anual de Mn en España y la provincia de Huelva (1876-1886)	189
Figura 25: Comparativa entre la producción onubense de Mn con la producción nacional de Mn y la producción mineral total de la provincia (1861-1880)	190
Figura 26: Produc. anual de Mn en la provincia de Huelva (1894-1905)	192
Figura 27: Producción anual de Mn de España y la provincia de Huelva (1894-1905)	193
Figura 28: % de aportación de la producción onubense de Mn a la nacional (1894-1905)	194
Figura 29: Producción anual de Mn por provincias (1894-1905)	194
Figura 30: Comparativa entre el nº total de minas activas y nº de minas activas de Mn en la provincia de Huelva (1894-1905)	195
Figura 31: Porcentaje de mineral de Mn onubense aportado a la producción nacional (1906-1924)	197
Figura 32: Número de minas activas productoras de Mn (1906-1924)	198
Figura 33: Comparativa de la producción anual de Mn en España y la provincia de Huelva (1906-1924)	198
Figura 34: Comp. de la producción de Mn por provincias (1906-1914)	199
Figura 35: Comp. de la producción de Mn por provincias (1915-1924)	199
Figura 36: Porcentaje de aporte de la producción onubense a la estatal (1925-1940)	202

Figura 37: Producción anual de Mn en España y Huelva (1925-1940)	203
Figura 38: Número de minas activas en España y Huelva (1925-1935)	204
Figura 39: Producción anual en España y Huelva (1941-1960)	206
Figura 420 Porcentaje de aporte de mineral de Mn de la provincia de Huelva a la producción nacional (1941-1960)	207
Figura 41: Produc. anual de mineral de Mn por provincias (1941-1950)	208
Figura 42: Produc. anual de mineral de Mn por provincias (1951-1960)	208
Figura 43: Producción anual de mineral de Mn en Huelva (1959-1973)	209
Figura 44 Gráfica Tensión-Deformación de las probetas de control.	221
Figura 45: Gráfica Tensión-Deformación de las probetas de Mn.	221
Figura 46: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las probetas de control y las de manganeso.	222
Figura 47: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las probetas de control y las de manganeso (100%) y familia de probetas con 20% de Mn de Dr. Salguero.	223
Figura 48: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las dos familias	226
Figura 50: Comparativa de tensión máxima media.	227
Figura 49: Comp. de tensión máxima media del ensayo de Salguero	227

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.: Propiedades físicas, químicas y atómicas del manganeso	32
Tabla 02.: Principales minerales de manganeso	33
Tabla 03: Total de recursos de la FPI	57
Tabla 03: Tabla comparativa entre las minas activas y la producción, en T, a nivel nacional y onubense (18676-1886)	188
Tabla 04: Dosificación por m ³ de la amasada de control y de la amasada con árido de manganeso.	215
Tabla 05: Dosificación por m ³ de la amasada de control y de la amasada con 20% en arena de manganeso	216

NDICE DE IMÁGENES

Imagen 01: Fotografía aérea del área minera de Mina La Joya	40
Imagen 02: Yacimiento de Mn en Chiatara, Georgia	41
Imagen 03: Planta metalúrgica en Cobre las Cruces	75
Imagen 04: Recreación virtual de la mina Sandfire MATSA	75
Imagen 05: Planta metalúrgica Sandfire MATSA	76
Imagen 06: Corta activa de la mina Atalaya Riotinto Minera	77
Imagen 07: Imagen aérea de la explotación Minas de Alquife	78
Imagen 08: Probeta de control identificada.	217
Imagen 10: Máquina de compresión Controls, modelo 50-C5652.	218
Imagen 09: Preparación y secado de probetas para el ensayo	218
Imagen 11: Display de máquina de compresión Controls, mod. 50-C5652 durante el ensayo.	219
Imagen 12: Probeta con sensor de deformación lista para ser ensayada.	219

CAPÍTULO I

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA TESIS

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos minerales constituyen la parte integrante más importante de los medios productivos de la sociedad (Rodríguez-Díaz et al., 2005) de tal forma que una deficiencia en el suministro de materias primas puede repercutir directamente en el funcionamiento del sector industrial.

Se entiende por Minería a la actividad industrial consistente en la extracción selectiva, mediante la aplicación de técnica minera y el uso de explosivos, de sustancias y minerales existentes en la corteza terrestre, de modo que sea económicamente rentable (MIET, 2014). En sentido amplio, este término incluye, además de las operaciones subterráneas y a cielo abierto, las que se producen en el tratamiento de las sustancias minerales extraídas (trituración, separación granulométrica, lavado, concentración,...) con el fin de acondicionar dichas sustancias para su venta y transformación, así como aquellos trabajos que requieran la aplicación técnica minera o el uso de explosivos.

La extracción y beneficio de los recursos mineros se remonta al origen del género humano (Vidal, 2012), naciendo y progresando a causa de la necesidad de materiales adecuados para el desarrollo de cada civilización, encontrándose los primeros vestigios mineros en todo el Paleolítico (Armengot et al., 2006). En la actualidad, el aprovechamiento de nuevos yacimientos o la puesta en valor de antiguas explotaciones anteriormente clausuradas depende exclusivamente del precio que cada mineral tenga en los mercados internacionales, siendo generalmente inestable y difícil de predecir.

Como ejemplo, en la figura I.1 se muestran las gráficas de evolución del cobre, aluminio y zinc de los últimos 6 años, observándose que todos han sufrido variaciones respecto al precio por tonelada de metal a lo largo de los mismos, siendo especialmente acusado el precio al alza en los años 2021 y 2022 en el caso del cobre y del año 2022 para el Aluminio y el zinc. Este incremento de precios de los últimos años ha hecho que las empresas vuelvan a invertir en la producción de minerales.

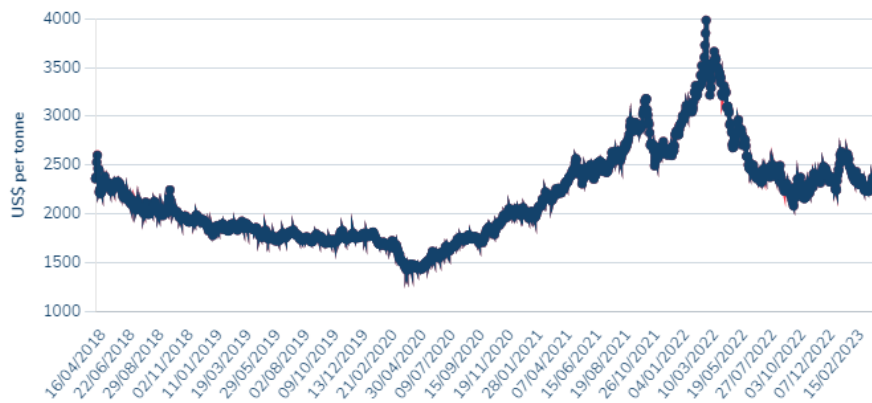


Figura 01. Evolución histórica del precio del aluminio (LME,

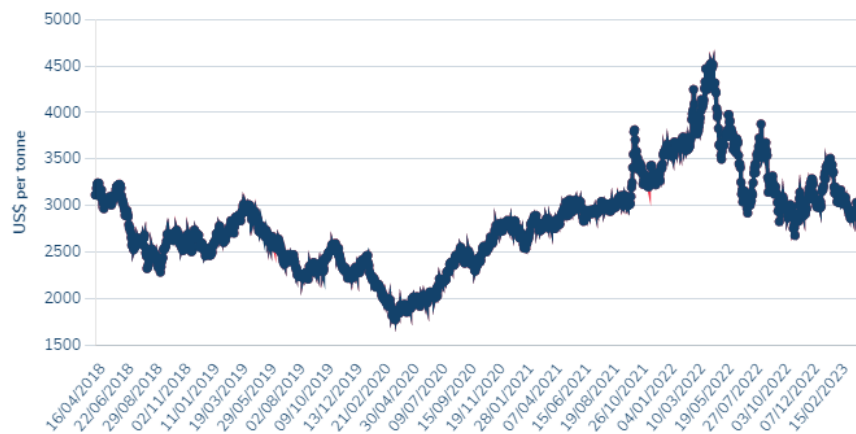


Figura 02. Evolución histórica del precio del zinc (LME, 2023)



Figura 03. Evolución histórica del precio del cobre (LME, 2023)

CMP (2014a) enumera y describe 10 variables que influyen en la subida y bajada de los precios de los metales y que pueden ayudar a predecir el comportamiento de los mismos:

i. Volúmenes de producción:

El hecho de que se descubra y explote un yacimiento importante de minerales incrementa su volumen actual y produce una bajada de precios. Lo mismo sucede con el hecho contrario. Cuando una mina acaba con sus reservas explotables crea una baja en la producción global que hará subir los precios. Esto es lo que puede pasar, por ejemplo, con la producción mundial de “tierras raras” - Rare Earth Elements -, de mucho uso en productos tecnológicos (y ampliamente estudiados por Sholkovitz (1992), Aström (2001), Borrego et. al (2004, 2005), López-González (2009), entre otros), ya que en Groenlandia estaría por explotarse un yacimiento que duplicaría la producción mundial actual (CMP, 2014b).

También influye, a este respecto, el hecho de que una mina decida incrementar su producción a raíz de una mayor eficiencia productiva, de un mayor uso de tecnología o de una extracción más intensiva. El aumento de la producción relajará los precios.

ii. La crisis:

Las crisis son un factor clave para el precio de los minerales. China es el país que consume más del 40% de todos los metales del mundo y, en la última década, el dinamismo de su economía catapultó aumentos del PIB superiores al 10% anual. Esto produjo un verdadero auge positivo en los precios de las materias primas. La economía china evidenció muestras de agotamiento y una tendencia a la baja desde finales de 2011, cuando su PIB bajó a sólo una cifra. Su menor demanda empujó los precios a la baja. Situación que se ha revertido en los últimos años.

Estados Unidos y la Comunidad Europea, por su parte, son también consumidores muy importantes de minerales. Hay una mayor demanda y

eso genera presión para que hace que los precios se incrementen considerablemente. Una vez remontada la crisis de Estados Unidos y Europa los precios de los metales vuelven a resurgir.

Un caso especial es el oro que, por lo general, sube cuando las economías no van bien. Históricamente, muchos inversionistas piensan en el oro como una inversión alternativa cuando los tiempos económicos son difíciles y lo usan para salvaguardarse. Es por eso que el metal precioso se dispara en años posteriores a las crisis financieras. El precio del oro es un claro marcador y proporciona señales de recuperación económica.

iii. Situación social y económica:

En circunstancias especiales como una guerra, una situación de emergencia, terrorismo, sucesos naturales o de incertidumbre política o económica los precios del oro y la plata se disparan. Probablemente porque actúan como un activo de refugio, es decir, un lugar donde proteger y preservar la riqueza.

En estas épocas la población y los inversionistas se sienten más seguros del valor de los metales preciosos que del papel moneda u otras herramientas financieras y tratan de adquirir tanto como puedan. Una subida general de los precios es casi inevitable.

Lo mismo sucede con el panorama económico. Si los mercados tienden a la baja, el precio del oro se incrementa debido a que más personas optan por invertir en oro y plata.

Inclusive hay hechos sociales concretos que tienen su influencia en los precios. La llegada del nuevo año Chino (conocido como Festival de Primavera), por ejemplo, suele implicar al menos 15 días de mercados chinos cerrados. Estos días la demanda de metales disminuye y el precio suele bajar.

iv. Políticas de los Bancos Centrales:

Los bancos centrales suelen invertir en oro y plata como una cobertura contra la inflación. El oro, como la plata, son “seguros de vida” contra las fallas del sistema que afectan el mundo económico-financiero. Pero no sólo se invierte en oro. También en plata, cobre y alimentos como la soya y materias primas como el algodón, entre otros (es decir, en commodities) y estas compras afectan el precio del mercado.

Las políticas financieras específicas también tienen su peso. Una mayor tasa de interés va a provocar que las personas inviertan en divisas (dólar, yen, euros, pesos, etc.) ya que los rendimientos son mayores, mientras que una baja tasa de interés hará que el precio del oro suba porque los inversionistas preferirán comprar metales preciosos como defensa contra la inflación.

El otro fenómeno importante de las políticas bancarias son las oleadas de ventas de las materias primas. Los bancos de algunos países (Inglaterra, Suiza, Argentina, etc.) pueden deshacerse de sus reservas metálicas. Eso representará una gran inyección de oro y plata al mercado que no se esperaba que saliera a la venta y generará una gran contracción de los precios por exceso de oferta.

v. Valor del dólar:

Una premisa clásica que ha influido en la cotización es la relación inversa que existe entre el dólar y el oro. Dado que el dólar es la divisa o moneda que la mayoría del mundo usa, cualquier caída en su valor dará lugar a un incremento en el precio del oro. Históricamente, éste ha sido el principio: si el dólar sube, el precio del oro baja, y viceversa.

Esta relación, sin embargo, parece estar cambiando. Si tomamos como referencia el índice actual DXY Dollar Index (el índice que recoge mejor la evolución del dólar frente al resto de divisas internacionales), y la evolución del precio del oro, observaremos que existen varios períodos en los que el dólar y el oro han ido de la mano. A la luz de estos resultados, podríamos hablar inclusive de la existencia de correlación positiva entre el dólar USA y

el oro. Todo un cambio de paradigma que demandaría un análisis más extenso.

vi. Especulación:

Los precios de los metales puede ser en muchos casos influenciados también por la disponibilidad de liquidez de los fondos de inversión y por los “pronósticos” que suelen dar los gurús del medio, es decir, por la especulación.

vii. Problemas internos de las empresas mineras:

Otro aspecto no poco importante a considerar es que la situación administrativa de las empresas mineras no siempre permanece estable. Si la producción se ve afectada por una huelga de mineros, por ejemplo, y cae la oferta, esto dará lugar a un aumento en las cotizaciones.

Un ejemplo de ello lo encontramos en la huelga que se dio en Julio de 2011 en la mina Grasberg, la más grande del Sur de Asia y la segunda más grande del mundo (Siahaan, 2013, en Cinco, 2014), que tiene las reservas de cobre recuperables más importantes del planeta y las mayores reservas de oro. La huelga ayudó a elevar los precios del cobre a máximos no previstos.

viii. Sustitución y nueva tecnología:

Un aspecto que también influye en los precios de los commodities es que el uso de los metales para un determinado fin puede cambiar y, con eso, reducir su demanda y posterior precio.

El oro, por ejemplo, se ha usado históricamente y en buena medida para metal moneda, es decir, como reserva. Y los países más demandantes eran los occidentales. De hecho éste es aún uno de sus usos importantes. Pero actualmente el mayor uso del oro es para joyería y el 70% de éste lo consume la India. Esta alteración de uso y de mercado ha afectado su comportamiento económico.

Otros metales han experimentado una disminución de su demanda debido a una sustitución de materiales, como por ejemplo, el plomo: ahora tenemos baterías con menos plomo, gasolinas sin plomo, cañerías de PVC en vez de plomo, etc. lo cual ha modificado su precio con presión a la baja. El cobre es otro caso: ahora hay radiadores de aluminio en vez de cobre, lo cual si se generaliza podría afectar su precio, y mucho más si surgiera un sustituto masivo para los conductores eléctricos ya que más del 50% del cobre que se produce en el mundo se transforma en estos.

ix. Acción gubernamental:

Cada país maneja su propio criterio en cuanto a sus reservas internacionales en metal, impuestos, regalías, etc. Estas leyes afectan a los metales y pueden ser muy decisivas para su cotización.

Eventualmente, los países pueden implementar políticas de límites para la cotización, importación o exportación de oro y otros metales. En EE.UU. por ejemplo, entre 1934 y 1972 el precio del oro se fijó por ley en 35 US\$ la onza troy. Fue recién en la época de Richard Nixon que se eliminó la fijación entre el dólar US y el oro, y se dejó al mercado determinar el precio del metal precioso. En el caso de los países con regímenes más autocráticos estas políticas suelen ser mucho más frecuentes.

Acciones como ésta pueden cambiar los patrones de precios y crear una dinámica diferente para el mercado de los metales.

x. Capacidad de reciclaje:

Un elemento más que puede influir en la cotización de un metal es la capacidad de reciclaje que se tiene de él o de su grado de reutilización. Aunque las políticas de reciclaje han sido históricamente limitadas, actualmente asistimos a un énfasis creciente de este aspecto impulsado por sus beneficios ecológicos y energéticos. Al reciclar chatarra, se reduce significativamente la contaminación de agua, aire y los desechos de la minería en un 70%.

El acero ya es el material más reciclado en los Estados Unidos, en parte de vehículos desechados. Al reciclar el hierro y el acero, el hierro nuevo no tiene que ser extraído, lo cual produce un ahorro en costos de extracción y procesamiento, incluyendo la energía necesaria para hacerlo. Esto afecta al precio. El reciclaje del acero es tan simple como su clasificación y luego su fusión junto con el hierro fundido. A unos 1.700 °C, la mezcla se convierte en metal líquido y luego se transforma en grandes bloques, que a continuación se enrollan.

El aluminio viene originalmente de la bauxita, un mineral rico en alúmina, que es un compuesto de aluminio y oxígeno. Para eliminar el oxígeno se requiere una gran cantidad de energía. El reciclaje no sólo reduce la minería de aluminio, sino que utiliza solamente el 5 por ciento de la energía necesaria para crear el nuevo aluminio. En 1990, más del 50% de las latas de aluminio fabricadas en EE.UU. fueron producto del reciclaje.

Otros metales como el cobre, la plata, el oro, el plomo y el mercurio pueden ser reciclados desde la electrónica. Éstos son importantes para el desarrollo de componentes electrónicos y se han convertido en una fuente popular de reciclaje.

También son reciclables el níquel, zinc, estaño y bronce. Incluso las joyas de oro y de plata se pueden reciclar.

En la medida en que la industria del reciclaje aumente y se constituya en una importante fuente de oferta metálica implicará un factor importante del alza o la bajada de los precios.

Así, la menor o mayor actividad minera ha venido supeditada a influencias externas que poco tienen que ver con el volumen de recursos explotables, sino más bien con la rentabilidad que supone la extracción o no del mineral en términos de mercado. Como consecuencia de ello, la Historia refleja periodos de más o menos actividad en este sector. Por ejemplo, en España es, a lo largo del último tercio del s. XIX y algunos años de la primera parte del s. XX, cuando las actividades mineras conocieron, en cuanto al volumen de extracción de muchos

minerales metálicos, una etapa de gran expansión auspiciada por la Ley de Bases Generales para la nueva legislación minera de 29 de diciembre de 1868, llegando a ser en 1870, el primer productor en el mundo de mineral de plomo, de manganeso y de mercurio, el segundo en la producción de zinc y el tercero en la de cobre (Martínez Ruiz et al., 1999). Estos autores constatan que, aunque en 1900 seguía ostentando la supremacía en esos minerales, el control de las instalaciones y la estrategia de la explotación estaban al servicio del capital extranjero (belga, francés, inglés) a cuyas inversiones e intereses se encontraba subordinada la mayoría de la producción.

En este contexto, la Faja Pirítica Ibérica (FPI), localizada al SO de la Península Ibérica, presenta como interés económico un Complejo Vulcano-sedimentario emplazado en materiales siliciclásticos y ausencia de carbonatos en el que se localizan un elevado número de cuerpos estratiformes y lenticulares de sulfuros objeto de explotación minera (Tornos, 2006; Segura et al., 2009, en Gómez 2011). Además, es el sustrato de otros muchos yacimientos minerales mezclados entre las masas piríticas, de las cuales destaca el manganeso, el 2º producto de mayor importancia, existiendo sólo en la parte occidental de la misma con un gran número de explotaciones de este mineral (Romero y Cumbreñas, 2010).

El presente trabajo de investigación pretende analizar la verdadera importancia que tuvo para la minería en la Península Ibérica el manganeso (Mn), centrándose en la zona sur oeste de la misma y, más concretamente, en la provincia de Huelva por haber sido ésta la mayor productora de manganeso nacional, alcanzando más del 80% de la producción total (MIE e IGME, 1975). Así como el estudio de la posibilidad de reutilización de los pasivos mineros ambientales generados en este tipo de explotaciones.

La Memoria se ha estructurado en 6 capítulos. En el Capítulo que nos ocupa, se hace mención a la importancia del manganeso como mineral estratégico, se definen los objetivos y se enumeran los países más relevantes que siguen manteniendo actividad en cuanto a la extracción de este mineral.

En el Capítulo II se estudia la Faja Pirítica Ibérica como sustrato de los yacimientos manganesíferos más notables de la Península Ibérica y se revisa la Historia Minera de esta importante provincia metalogénica.

La minería del manganeso en la provincia de Huelva se analiza en el Capítulo III. Este estudio comprende tanto la evolución de la actividad extractiva como la localización de las explotaciones, como punto de acercamiento al análisis más pormenorizado que se da en el Capítulo IV, en el que, atendiendo a los registros de la época, se relaciona la producción total minera nacional con la provincial, destacando la relación existente en el caso de minas de Manganeso. Del mismo modo se hace un estudio detallado de las minas productivas tanto a nivel nacional como provincial, datos relevantes para comprender la tendencia productiva de la provincia de Huelva y la dependencia del mercado manganesífero estatal de la producción Onubense.

En el Capítulo V se propone la utilización de los pasivos ambientales, generados por la actividad minera relacionada con la extracción de manganeso, como recurso para la mejora de la resistencia característica de hormigones, consiguiendo así hormigones de alta resistencia. Exponiendo esta hipótesis desde los resultados obtenidos según los ensayos realizados a compresión a diferentes familias de probetas en las cuales se ha incluido y modificado la presencia de materiales recogidos de las escombreras de las minas Soloviejo y Santiago, ubicadas en la provincia de Huelva.

Para finalizar, en el Capítulo VI se enumeran las conclusiones más notorias obtenidas en este Estudio.

Generalidades del manganeso

Introducción

El Manganeso es un metal de transición de color blanco grisáceo, alto grado de dureza y naturaleza quebradiza que, cuando puro, se presenta sólido a temperatura ambiente (SNGMCh, 2012). El promedio del contenido en Manganeso en la corteza terrestre es de 0,09%, lo que le sitúan en el 11º puesto en abundancia entre todos los elementos que la componen (MIE, 1975). Sus propiedades químicas, físicas y atómicas se resumen en la tabla siguiente (tabla I.1):

Propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Serie química: • Grupo, periodo, bloque: • Masa atómica: • Configuración electrónica: • Electrones por nivel: 	Metales de transición 7, 4, d 54'938049 u [Ar] 3d54s2 2, 8, 13, 2
Propiedades atómicas	<ul style="list-style-type: none"> • Radio medio: • Electronegatividad: • Radio atómico: • Radio covalente: • Estado(s) de oxidación: • Óxido ácido fuerte 	140 pm 1'55 (Pauling) 161 pm (Radio de Bohr) 139 pm 7, 6, 4, 2, 3
Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Estado ordinario: • Densidad: • Punto de ebullición: • Entalpía de vaporización: • Entalpía de fusión: 	Sólido (generalmente no magnético) 7430 Kg/m ³ 2334 K (2061 °C) 226 kJ/mol 12'05 kJ/mol

Tabla 01.: Propiedades físicas, químicas y atómicas del manganeso

Aunque hay más de 100 minerales de manganeso (MIE, 1975; IGME, 1989), únicamente se consideran menas comunes la pirolusita (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 (IGME, 1989). La tabla I.2 muestra las características más notorias de los principales minerales de manganeso, haciendo alusión a su vez, al orden de importancia de los mismos:

Mineral	Composición	% Mn	Dureza (escala Mohs)
Pirolusita	MnO ₂	63'2	2 – 2'5
Psilomelana	4MnO ₂ (Mn, Ba, K, O) _n H ₂ O	46 – 60	5 – 6
Manganita	Mn ₂ O ₃ (H ₂ O)	60'4	4
Hausmanita	Mn ₃ O ₄	72,1	5 – 5'6
Wad	Mezcla de óxidos hidratados	Variable	1 – 6
Alabandita	MnS	63'1	3'5 – 4
Rodocrosita	MnCO ₃	47'8	3'5 – 4
Rodonita	MnO . SiO ₂	41'9	5'5 – 6
Braunita	3Mn ₂ O ₃ n MnSiO ₃	60 – 69	6 – 6'5
Bementita	8MnO.7SiO ₂ .5H ₂ O	31	6
Franklinita	(Fe, Zn, Mn)O, (Fe, Mn) ₂ O ₃	10 – 20	5'5 – 6'5

Tabla 02.: Principales minerales de manganeso (modificado de MIE, 1975).

Rodríguez-Díaz *et al.* (2005) enumeran las principales características del manganeso en cuanto a su comportamiento geoquímico y a la génesis de los yacimientos:

- i) El manganeso se comporta análogamente al hierro, en su forma primaria está ligado a magmas básicos y de acidez media, y puede ser fraccionado y transportado mediante soluciones acuosas (hidrotermales). Por intemperismo se logra la separación y posterior migración del elemento hasta su sedimentación química, ya que el manganeso es fácilmente soluble en aguas que contengan CO₂ (Roy, 1992).
- ii) La precipitación de los óxidos e hidróxidos de manganeso tiene lugar en forma escalonada, de modo que primero precipitan fases precursoras

transitorias que gradualmente dan lugar a especies más estables (Klinkhammer y Bender, 1980; Roy, 1981; Grill, 1982; Dasgupta *et al.*, 1989).

- iii) El comportamiento de las soluciones acuosas ricas en manganeso presentes en diversos ambientes geológicos fósiles y modernos, está supeditado a las condiciones redox. El manganeso es transportado en solución bajo condiciones reductoras y ácidas (Borchert, 1980).
- iv) Los depósitos recientes de manganeso se localizan predominantemente en los fondos oceánicos (especialmente asociados a dorsales), más que en aguas someras. La contribución hidrotermal de manganeso en los depósitos submarinos puede ser sustancial.
- v) Los procesos hidrotermales y sedimentarios que originan depósitos de manganeso tienen lugar en diversos regímenes tectónicos y en diferentes ambientes geoquímicos. Los depósitos hidrotermales representan menor volumen que los de tipo sedimentario.
- vi) La actividad biológica juega un papel muy importante en la precipitación del manganeso (Ehrlich, 1963; Perfilov y Gabe, 1965; Marshall, 1979; Cowen *et al.*, 1986).

Mineralogía

El manganeso se encuentra mineralógicamente en forma de óxidos, carbonatos y silicatos (MIE e IGME, 1982; Gómez et al., 2006), siendo los primeros los que conforman las menas más importantes comercialmente y, por ende, los que ocupan el primer lugar en cuanto a la explotación de yacimientos manganesíferos. MIE (1975) hace una descripción detallada de estas menas:

a) Minerales oxidados:

Los minerales oxidados de manganeso son muy variables en su composición ya que, frecuentemente, son mezclas de distintas especies.

De todos los óxidos de manganeso, y en condiciones semejantes, el menos estable es el monóxido de manganeso, siendo muy raros los minerales que corresponden a su composición. Por el contrario, los minerales en los que predomina el manganeso tetravalente (pirolusita, psilomelana) están más ampliamente distribuidos.

- Pirolusita: Tiene un 63'2% de manganeso y un 36'8% de oxígeno que es la mena más importante del manganeso. Es un mineral de color gris acero a negro, opaco, de poca dureza y que forma grandes depósitos asociado con otros minerales manganesíferos.

La pirolusita es un mineral supergénico: el agua disuelve el manganeso de las rocas cristalinas, donde está siempre presente en pequeñas cantidades, y se redeposita formando diversos minerales, especialmente la pirolusita.

Se encuentra también en filones con el cuarzo y asociada a otros minerales metálicos.

Navas-Medina y Batista-Cabrera (2003) y Cruz Crespo et al. (2004) entre otros, estudian este mineral desde el punto de vista de la producción de aceros y el desarrollo de materiales de soldadura, respectivamente.

- Alabandita (SMn): Similar a la pirolusita, es relativamente rara y se encuentra asociada con otros sulfuros. Es de color negro y tiene un contenido en manganeso del 63'1%.
- Psilomelana: Tiene un contenido en manganeso comprendido entre el 45 y el 60%. Es de color gris a negro y aparece normalmente con la pirolusita, siendo su origen y paragénesis similares a las de este mineral, que se distingue de los otros óxidos de manganeso por su gran dureza y aparente carencia de estructura cristalina.

Puede existir una pequeña sustitución del bario y del manganeso bivalente por magnesio, calcio, níquel, cobalto y cobre.

- Manganita: Se trata de un óxido de manganeso oxidado con un contenido en manganeso del 60'4%, color gris acero y con una dureza de 4 en la escala de Mohs.

Es una mena secundaria del manganeso que se encuentra asociada con óxidos de manganeso en cavidades formadas por las lluvias. Se halla frecuentemente en filones hidrotermales de baja temperatura con barita, siderita y calcita. También en filones, asociada a rocas ígneas graníticas y rellenando cavidades en las rocas próximas a éstas.

- Hausmanita: De color negro parduzco, tiene un contenido en manganeso del 72'1%.
- Wad: Es una mena de manganeso formada por una mezcla de óxidos de manganeso hidratados, de color marrón o negro, y con dureza y contenido en manganeso variables.

b) Carbonatos:

Los minerales de manganeso que contienen óxido de manganeso (MnO_2 , Mn_2O_3 ,...) son principalmente los productos de la descomposición de menas carbonatadas ($MnCO_3$). Por tanto, los primeros mencionados se

denominan minerales oxidados o secundarios y los últimos, minerales primarios.

Los minerales carbonatados (primarios) se encuentran frecuentemente en la naturaleza acompañando a veces a los minerales oxidados.

- Rodocrosita: Tiene unos porcentajes de 61'7% de MnO y 38'3% de CO₂, con un contenido en manganeso del 47'8%.

Generalmente, en ella están presentes el hierro y el calcio, sustituyendo al manganeso, extendiéndose la serie completa hasta la siderita, y una serie parcial hasta la calcita.

Es un mineral relativamente raro; aparece en filones de plata, plomo y cobre, y asociado a otros minerales de manganeso. En la rodocrosita el magnesio y el zinc sustituyen al manganeso sólo en pequeñas cantidades.

c) Silicatos:

- Rodonita: Es un silicato de magnesio con porcentajes de 54'1% de MnO y 49'9% de SiO₂, y un contenido en manganeso del 41'9% que se suele encontrar asociado con otros minerales de manganeso y menas de hierro.

El calcio y el hierro suelen reemplazar al manganeso, y en la variedad llamada fowlerita, el zinc sustituye al manganeso.

- Tetroita (SiO₄Mn₂): Es un mineral de color rojo a gris, generalmente asociado con la rodonita.

A efectos de clasificación, se denominan minerales de manganeso los que contienen más de 35% de manganeso; manganesos ferruginosos los que oscilan entre el 10 y el 35% de manganeso; e hierros manganesíferos aquellos que tienen un contenido en manganeso del 5 – 10% (IGME, 1989).

El mineral de grado metalúrgico, con contenidos superiores al 48% de manganeso, es el primer componente del comercio mundial y se valora por unidad de manganeso contenido. Se utiliza en el tratamiento de los aceros, bien como ferromanganeso o directamente como suavizante (Tinsley, 1985).

Geología

Sampaio *et al.* (2008) describen la geología a nivel general de los depósitos de manganeso. Así, estos autores destacan que los depósitos sedimentarios, además de ser los más importantes en términos de minería, son a su vez, los más comúnmente encontrados en todo el mundo.

Los llamados depósitos residuales fueron formados de diferentes maneras. Por ello, existen depósitos de manganeso resultantes de alteraciones de otros preexistentes o debido a la concentración de minerales de manganeso cuando otros minerales fueron eliminados por algún tipo de erosión y/o procesos químicos.

Ejemplos de estos depósitos son: Nsuta en Ghana; Moanda en Gabón y nódulos en arcillas residuales en los Estados Unidos. En el caso de Ghana, esto sólo es cierto en la superficie del yacimiento; en sus profundidades se encuentran carbonatos, probablemente de origen marino.

Los depósitos sedimentarios, generalmente estratiformes o lenticulares, localizados en muchas partes del mundo, se formaron en diferentes ambientes geológicos. En un número limitado de ellos, hay minerales con altos niveles de manganeso en cantidades suficientes como para ser usados económicamente a escala industrial. A este grupo pertenecen los yacimientos de Sudáfrica, Rusia y Australia, con minerales de manganeso, por lo general, en forma de óxidos formados a partir de procesos de disolución de la roca preexistente.

Debido a la complejidad del proceso de formación de los depósitos manganesíferos, sobre todo y especialmente, por las particulares condiciones químicas, una variedad de impurezas van siempre asociadas con los minerales de los mismos, lo cual ha dado como resultado el desarrollo de procesos especiales de concentración que promueven la obtención de concentrados de minerales de manganeso con alto contenido en manganeso y bajo contenido en impurezas, siempre atendiendo a las especificaciones del mercado.

Yacimientos explotables de manganeso

Aunque existe una gran variedad de yacimientos explotables de manganeso, según MIE (1975), todos ellos se pueden agrupar en dos grandes grupos: yacimientos primarios y yacimientos secundarios.

a) Yacimientos primarios:

Son de tipo exhalativo sedimentario o hidrotermal subvucánico, que se presentan en forma de bolsadas o lentejones arrosariados, y cuyas especies más importantes son carbonatos, hausmanita y psilomelana. A este tipo pertenecen los yacimientos españoles de Huelva.

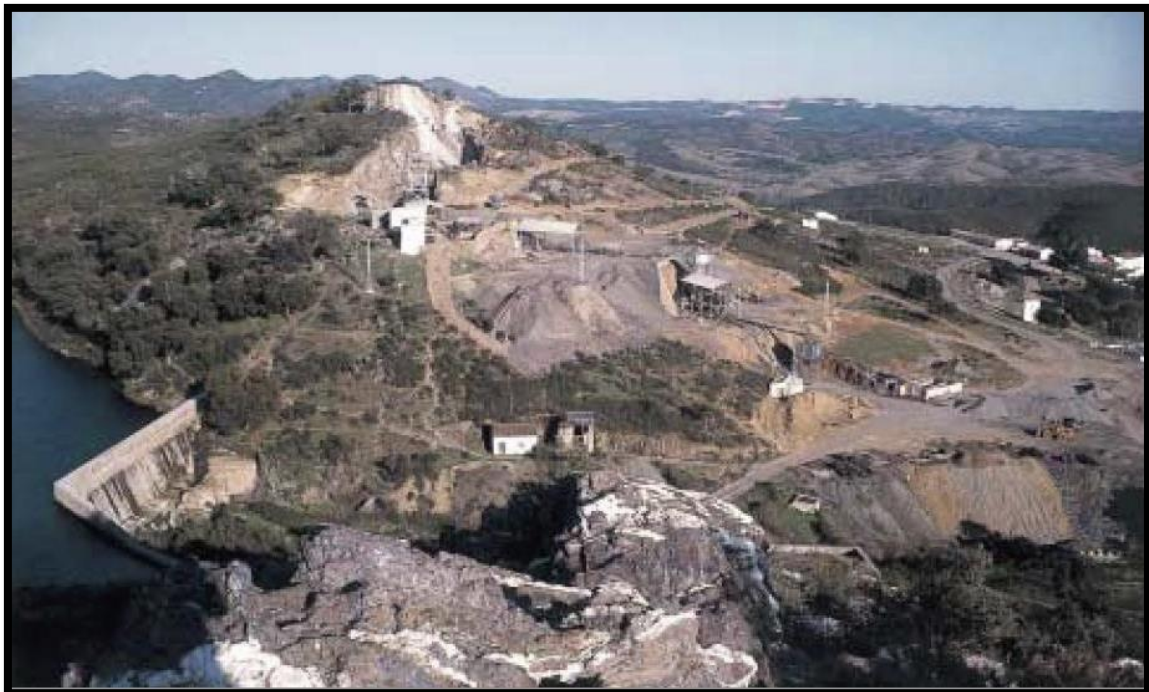


Imagen 01: Fotografía aérea del área minera de Mina La Joya (Soloviejo), Huelva – España (modificado de Arribas, 1971)

Se trata de yacimientos muy complejos, de explotación normalmente costosa, en cuya montera pueden encontrarse mineralizaciones secundarias ricas.

La ley en manganeso no suele sobrepasar el 35%, y el contenido en sílice suele ser superior al 30%.

b) Yacimientos secundarios:

Pueden ser oolíticos sedimentarios, de cementación, carbonatados o metamórficos. Son generalmente yacimientos horizontales o casi horizontales.

Sus minerales, óxidos y a veces carbonatos, alcanzan leyes altas, entre el 48 y el 52%, y rara vez descienden del 40%.

Al grupo oolítico pertenecen los yacimientos sedimentarios de origen marino de Chiatura en Georgia, uno de los más grandes del mundo localizado en el valle del río Krivila (imagen I.2) y de Nikopol en Ucrania, en la margen derecha del río Dnieper (Varentsov, 2002 en Rodríguez-Díaz *et al.*, 2005)



Imagen 02: Yacimiento de Mn en Chiatura, Georgia (Martínez, 2013)

Usos del manganeso

La utilización del manganeso es sumamente importante, ya que sus aplicaciones varían tanto en áreas industriales (metalurgia, química,...) como en áreas medicinales, si bien es cierto que más del 95% del manganeso que se produce se utiliza en siderurgia, especialmente en la manufactura del acero, ya que mejora la dureza y resistencia mecánica de éste y, también, las de productos de aluminio y magnesio (SNGMCh, 2012).

Los sectores principales que absorben la producción de este metal se identifican en la figura 04:

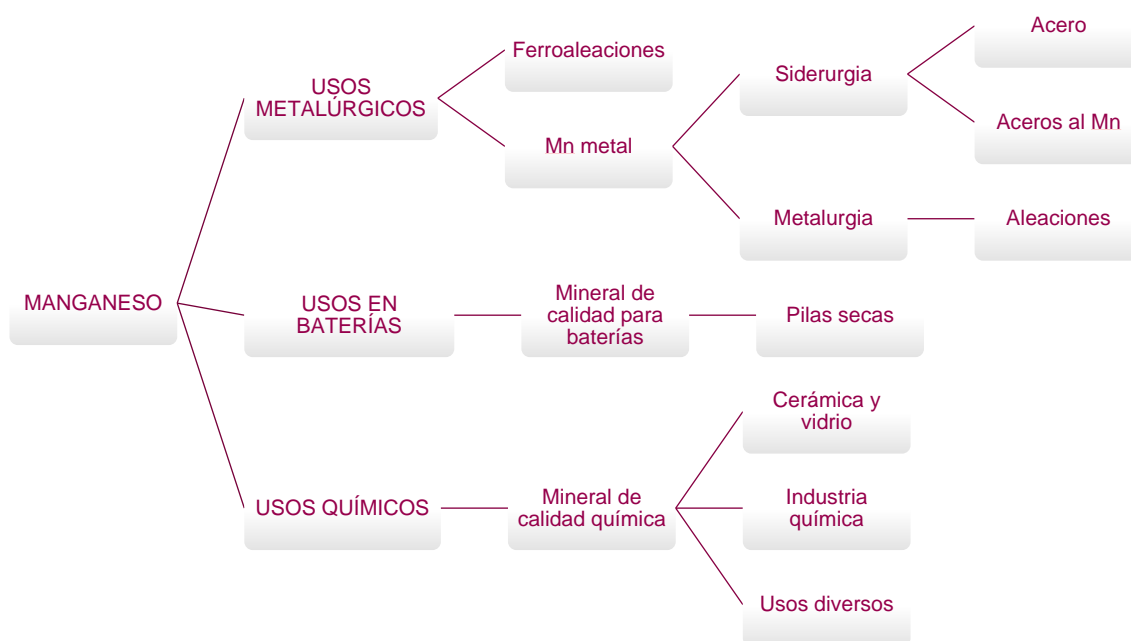


Figura 04: Usos del manganeso (modificado de MIE, 1975)

En general, los usos metalúrgicos requieren convertir el mineral a metal o aleación, mientras que los químicos parten del dióxido de manganeso y otros compuestos naturales para su utilización directa así como para la obtención de compuestos químicos con aplicación en diversos campos de la industria.

- **Usos siderúrgicos y metalúrgicos:** El manganeso es un elemento esencial en la fabricación de todo tipo de aceros, debido a que realiza 3 funciones principales, ampliamente descritas por MIE (1975):

- 1) Neutraliza los efectos perniciosos del azufre (fragilidad en caliente) que hace que los aceros no se puedan laminar ni forjar.

La cantidad de manganeso que se necesita para asegurar una trabajabilidad en caliente adecuada es del orden de 5 a 15 veces el contenido de azufre presente en el acero, con lo que su empleo se ajustará a las variaciones de azufre correspondiente.

- 2) Actúa como verdadero elemento de aleación, mejorando las propiedades mecánicas del acero recién laminado con menor pérdida de ductibilidad que la que resultaría de aumentar el contenido de carbono para lograr una tenacidad equivalente, y se mejora la templabilidad.
- 3) Actúa como desoxidante débil ya que su óxido es más estable que el hierro, complementándose su acción con el silicio en el silicomanganeso, siendo estos dos elementos los desoxidantes fundamentales empleados en los procesos de fabricación de los aceros.

- Usos en baterías y en pilas: El mineral de calidad para baterías tiene un contenido alto en MnO₂ (80% como mínimo), se utiliza en su forma natural, debe estar libre de impurezas metálicas que sean electronegativas respecto al zinc tales como níquel, cobalto, arsénico, plomo y antimonio, y debe tener actividad para baterías. El zinc se utiliza como ánodo en las baterías alcalinas y el mineral de manganeso como cátodo.

Solamente una pequeña parte de los minerales de manganeso tienen esa propiedad, por lo que se ha desarrollado la fabricación de MnO₂ sintético.

- Usos químicos: En este sector el mineral debe estar por encima del 75% en MnO₂, con un contenido máximo en hierro del 7'5%, 6% de sílice y 0'02% de cobre (MIE, 1975; MIE e IGME, 1982).

Las propiedades únicas del manganeso, que se encuentra frecuentemente en 4 estados de oxidación, y en gran número de minerales isomorfos, es la razón de

la amplia utilización del mineral y de los compuestos de manganeso en la industria química, cerámica, electrónica (ferritas), agricultura y medicina.

El MnO_2 es usado como oxidante en la producción de hidroquinona (que se emplea tanto en productos fotográficos como en la producción de gomas y plásticos), en la lixiviación de minerales de uranio, en la producción electrolítica de zinc y en varios procesos químicos. También se usa para elaborar permanganato potásico (poderoso oxidante empleado en la purificación de aguas residuales), sulfatos y óxidos de manganeso (usados como aditivos o fertilizantes, corrección de suelos y alimentación), cloruro manganoso (para la producción de un compuesto organometálico que se aplica al fuel-oil como inhibidor de humos, y como antidetonante en las gasolinas), y otros productos químicos.

Así pues, son muchas las aplicaciones del manganeso debido a las especiales características intrínsecas que posee dicho metal, por lo que la explotación de este recurso ha sido de gran interés, sobre todo en periodos de conflictos bélicos como consecuencia de la necesidad de mayor demanda de acero en la industria militar. En la actualidad, no hay sustitutos eficaces conocidos para el manganeso en la industria de fabricación de acero.

Aprovechamiento y beneficio del manganeso en el mundo

El precio del mineral de manganeso viene ligado a la producción de acero y ha experimentado significativas fluctuaciones durante los últimos años. En la figura 05 se representa la evolución del precio del manganeso en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2021 (Precio medio del manganeso a nivel mundial de 2016 a 2022. Precio por tonelada métrica) constatándose que, en la actualidad, este precio está estabilizado en 2'54 dólares americanos el kilogramo (USD/Kg), es decir, 2'31 euros el kilogramo (€/Kg).

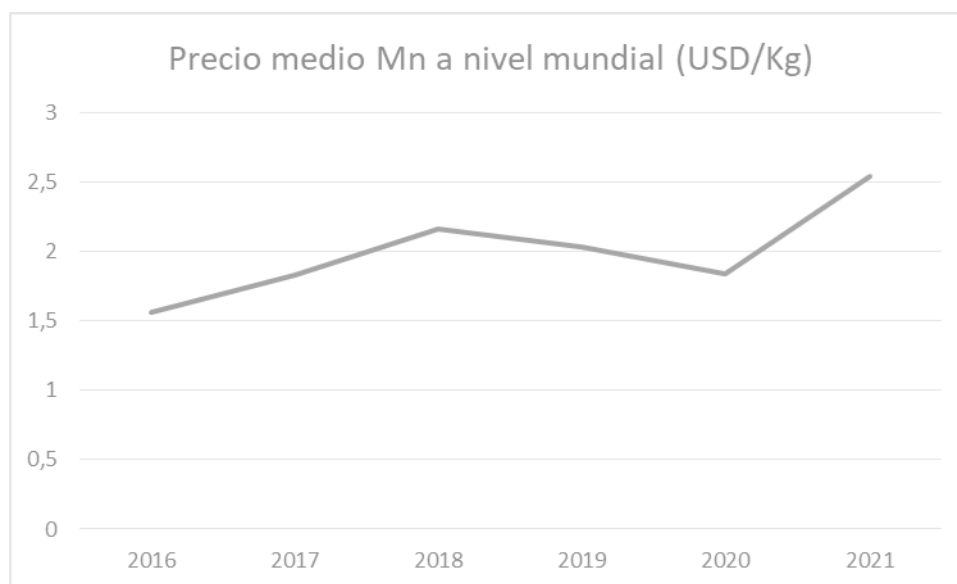


Figura 05: Variación del precio del manganeso (Infomine, 2012)

Según estimaciones de USGS (United States Geological Survey, 2020), la mayor parte (95%) del mineral de manganeso se produce en 12 países, siendo los más importantes Sudáfrica, Australia, China, Gabón y Brasil; a partir de 2008, Birmania y Malasia se unieron a las filas de este grupo por primera vez (figura 06).

La mina Mamatwan cuenta con unas reservas estimadas de 433 millones de toneladas de mineral de manganeso, con una ley del 40% de manganeso metálico.

- Australia

Australia es el segundo productor mundial de manganeso, con una producción anual de alrededor de 3 millones de toneladas. El país, que se cree que tiene la cuarta reserva de manganeso más grande, produce el 15% del mineral de manganeso del mundo y tiene el 11% de los recursos económicos demostrados del mineral.

Australia tiene tres minas y una planta de tratamiento de relaves. South32 posee una participación del 60% en la mina de manganeso del Territorio del Norte, que opera a través de su filial Groote Eylandt Mining Company (GEMCO). Se afirma que la operación a cielo abierto es el productor de mineral de manganeso más grande y de menor costo en el mundo.

Otra empresa minera de manganeso clave en Australia es Anglo American, que posee una participación del 40% en GEMCO. Tasmanian Electro Metallurgical Company (TEMCO) opera la única planta de procesamiento de mineral de manganeso del país en Bell Bay en Tasmania.

- China

Con una producción anual de 2,9 millones de toneladas, China ocupa el tercer lugar en la lista de los principales países productores de manganeso. Se cree que una enorme reserva de mineral de manganeso, descubierta en la provincia de Guizhou a principios de 2017, contiene un estimado de 203 millones de toneladas de mineral de manganeso, con un valor total previsto de más de \$ 10 mil millones. Los recursos minerales de manganeso en China se distribuyen principalmente en las provincias de Guangxi, Hunan y Guizhou.

La mina Wafangzi situada en el norte de China (Mongolia Interior), es una de las mayores reservas de manganeso del país, con un estimado de 37,7 millones de toneladas de mineral de manganeso con un 24% de metal de manganeso.

- Gabón

Gabón, el cuarto mayor productor de manganeso del mundo, tiene una producción anual de aproximadamente 1,8 millones de toneladas. El manganeso es la segunda exportación más grande del país, representando casi el 11% de sus ventas globales.

La empresa francesa *Eramet*, filial de *La Compagnie Minière de l'Ogooue* (Comilog), es la mayor empresa productora de manganeso de Gabón. Opera una mina cerca del pueblo de Moanda.

El mineral de manganeso del país está asociado a la cuenca paleoproterozoica franciavillana, Franceville, Okondja, Akieni, Lastoursville, N'djole y Mbigou son las principales áreas donde se han explorado depósitos de manganeso.

- Brasil

Con una producción anual de aproximadamente 1 millón de toneladas, Brasil es el quinto productor mundial de manganeso.

Vale es el mayor productor de manganeso en Brasil, representando casi el 70% del mercado del país. La compañía opera minas y plantas de manganeso en los estados de Pará y Mato Grosso do Sul.

La compañía ofrece tres tipos de productos de manganeso: mineral metalúrgico, mineral químico y dióxido de manganeso natural. La mina Azul de Vale en Pará, que produce el 80% de la producción de la compañía, y la mina Urucum en Mato Grosso do Sul son conocidas por el alto contenido de manganeso de su mineral, casi el 40%.

Además de Vale, el otro gran productor de manganeso en Brasil, con presencia en cinco estados, es Mineracao Buritirama.

OBJETIVOS DE LA TESIS

El objetivo principal es conocer y analizar la información existente sobre la minería del manganeso en la provincia de Huelva para poner de manifiesto la importancia de esta en la provincia. De igual forma la puesta en valor de los pasivos mineros generados en esta actividad, incluyendo el uso de estos residuos en la fabricación de hormigones de alta resistencia a compresión.

En la Faja Pirítica Ibérica (FPI), ubicada en el Suroeste de la península Ibérica (provincias de Huelva, Sevilla y Sur de Portugal), se encuentran más de 300 explotaciones abandonadas de minerales de manganeso asociadas a depósitos vulcanosedimentarios, como resultado de la actividad minera pasada. Estas minas han generado grandes cantidades de gangas de chert, que son residuos de la actividad minera y se acumulan en las escombreras, lo que ha provocado un pasivo ambiental con impacto en la degradación paisajística de la zona.

El motivo principal que justifica la realización de este trabajo es la oportunidad y necesidad de dar un uso adecuado a los residuos de escombrera generados por la actividad minera de manganeso, buscando otros destinos que puedan ser de interés. Se pretende que estos residuos se conviertan en una materia prima alternativa para la producción de hormigones con mejores características que las mezclas actuales. De esta forma, se lograría no solo aprovechar de manera productiva un desecho, sino también reducir el impacto visual de las escombreras y disminuir, de una manera considerable, la extracción de nuevos materiales.

Los objetivos específicos que se plantean son los siguientes:

- Estudio detallado de la minería del manganeso en la provincia de Huelva, relacionando la producción onubense respecto a la estatal y al resto de provincias productoras.
- Evolución y comparativa del número de minas activas, generando una relación entre ellas y la producción provincial.

- Localización general de los yacimientos más importantes dedicados a la explotación de manganeso.
- Propuesta de aprovechamiento de materiales existentes en escombreras mineras procedentes de la actividad manganesífera.

METODOLOGÍA

El flujo de la investigación se muestra a continuación (figura 07):

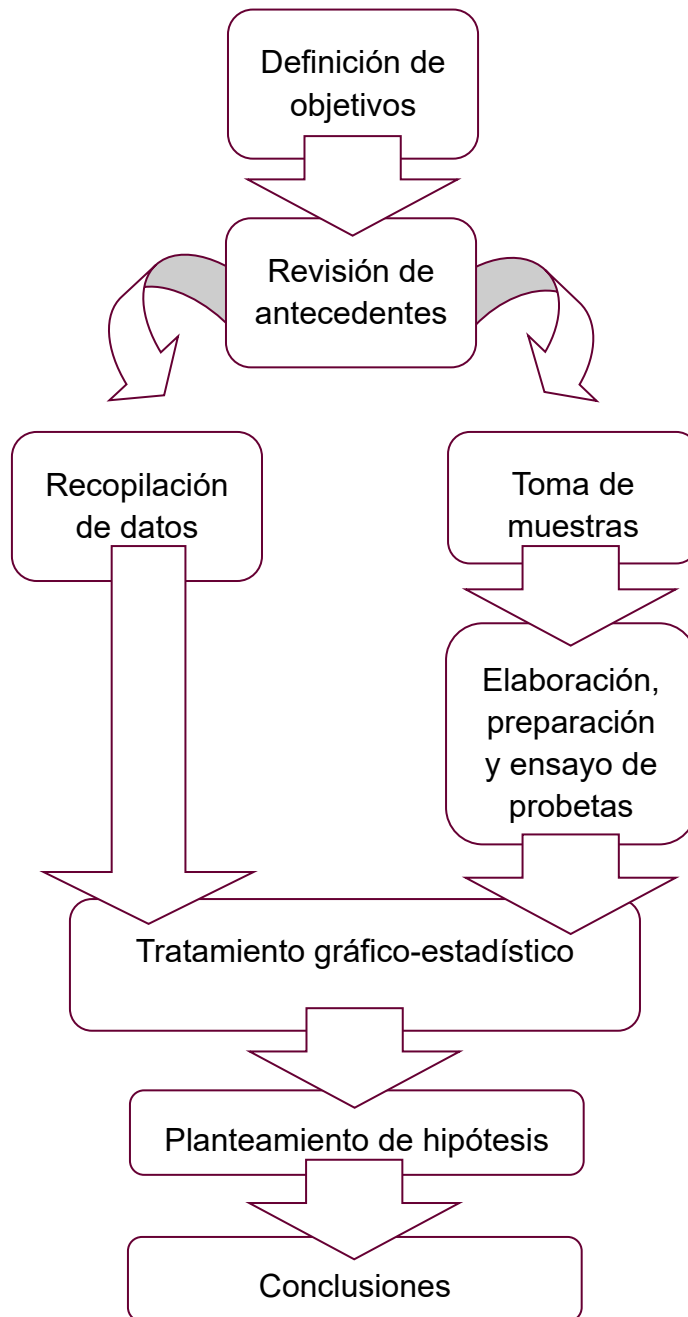


Figura 07: Flujo de la investigación

Recopilación de datos

Para poder cubrir los objetivos planteados en la tesis ha sido necesario realizar una recopilación de datos existentes tanto en los archivos históricos como en la bibliografía de la época para la primera parte de la investigación. Mientras que para la parte correspondiente a la puesta en valor de los materiales procedentes de escombreras ha sido necesario el uso de equipos de laboratorio para el conocimiento del comportamiento de la nueva composición de hormigón propuesta.

La consulta de archivos ha sido el primer paso para poder afrontar la investigación, siendo las principales fuentes consultadas las siguientes:

- Archivo Histórico Minero de la Fundación Río Tinto.

Contando actualmente con más de 28.000 unidades documentales, el Archivo Histórico Minero de la Fundación Río Tinto se presenta como una pieza clave para el conocimiento y puesta en valor del patrimonio minero de la provincia.

Creado en el año 1987, el archivo inicialmente aglutinó abundante documentación de las compañías que explotaban las Minas de Río Tinto pero, posteriormente, éste se fue ampliando para otras explotaciones de diferentes sustancias.

Actualmente este archivo se esgrime como uno de los más importantes y pieza clave en el patrimonio histórico minero.

- Biblioteca del Instituto Geológico y Minero de España.

La biblioteca del Instituto Geológico y Minero de España tiene su origen en la creación del propio instituto, creado por el Real Decreto de Isabel II de 12 de julio de 1849, como comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino.

Cuenta con un fondo bibliográfico especializado de más de 30.000 títulos y de gran ayuda para el investigador.

De gran utilidad han sido las estadísticas mineras de España que obran en su poder y que empezaron a publicarse en el año 1861. Dentro de estas estadísticas hemos podido obtener los datos relativos a producciones, valores de las mismas, número de trabajadores y otros muchos de interés para el presente trabajo.

- Archivo histórico provincial de Huelva.

El archivo histórico provincial de Huelva se fundó oficialmente en el año 1974. En el BOE nº 164, de 10 de julio de 1974 se publica la Orden de 7 de junio sobre creación de este archivo que tiene inicialmente su sede en la Casa de la Cultura de la capital. Posteriormente, y debido al aumento e importancia que ha ido adquiriendo, el archivo se traslada a un edificio situado en la Calle San Sebastián que reúne todas las condiciones para albergar los fondos documentales existentes.

En este archivo existen actualmente respecto a la minería del manganeso, 47 expedientes de concesión, 6 de caducidad, 243 de concesiones de títulos de propiedad, 3 de denuncia, 1 de expropiación, 578 de permisos de investigación y 3215 registros de minas.

Todos estos registros documentales han permitido un estudio amplio de la importancia de esta minería en la provincia.

- Archivo histórico del Puerto de Huelva.

El archivo histórico del Puerto de Huelva se sitúa en las antiguas cocheras donde se almacenan unos 9.000 legajos, conservando los datos registrados en sus memorias estadísticas desde 1905. Es en ella donde figuran tanto la entrada y salida de mercancías como su distribución por puertos de procedencia y de destino, piezas clave en esta tesis doctoral.

Por el lugar estratégico que ocupa, el Puerto de Huelva ha sido y será el puerto más importante del suroeste de la Península.

Los fletes del mineral suponían desde el punto de vista económico un incremento considerable de los precios finales del producto, llegando, tal y como indica Pinedo Vara (1963), a ser equivalente a los costes de extracción.

El Puerto de Huelva contaba con diez muelles, de los cuales cuatro se empleaban para carga de mineral: Muelle de Levante, Muelle Norte, Río Tinto y Tharsis. Los Puertos de La Laja y de Sevilla eran dos puertos de interés secundario comparados con los de Huelva.

Desde el punto de vista práctico, una vez identificadas las principales minas de manganeso se realiza la toma de muestra en dos minas abandonas, mina de “Santiago” y “Soloviejo”. Las cuales se trasladan al laboratorio del Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción de la Universidad de Huelva para su estudio y tratamiento, así como para su empleo en la formación de probetas que serán ensayadas a compresión simple.

Tratamiento gráfico-estadístico

Una vez realizada la consulta tanto bibliográfica como de los diferentes archivos se ha procedido a tratar la información recabada. Podremos comprobar gráficamente la importancia que tuvo la minería del manganeso en la provincia de Huelva, generando una relación entre el volumen de toneladas extraídas en la provincia y a nivel nacional. Con esta información y con los datos obtenidos de los ensayos realizados a las probetas, se realizará un análisis del cual se obtendrán las diferentes conclusiones y futuras líneas de trabajo.

CAPÍTULO II

ENCUADRE GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Faja Pirítica Ibérica (FPI) es una franja de unos 200 km de longitud y 40 km de ancho (ver Figura 08) que se extiende desde el sur de Lisboa, en la costa atlántica, hasta las cercanías de Sevilla. Esta zona está compuesta por materiales devónicos y carboníferos que reflejan los cambios ocurridos en la cuenca Surportuguesa desde la época preorogénica hasta la etapa sinorogénica de la evolución varisca, según indican Moreno et al. (2003) y Sáez et al. (2005). En la actualidad, la FPI abarca un total de 27 municipios, de los cuales 26 se encuentran en las provincias españolas de Huelva (la mayoría) y Sevilla, y uno (Mértola) en el lado portugués, en la región de Alentejo. Moreno y González (2004) también han estudiado la formación de esta zona.

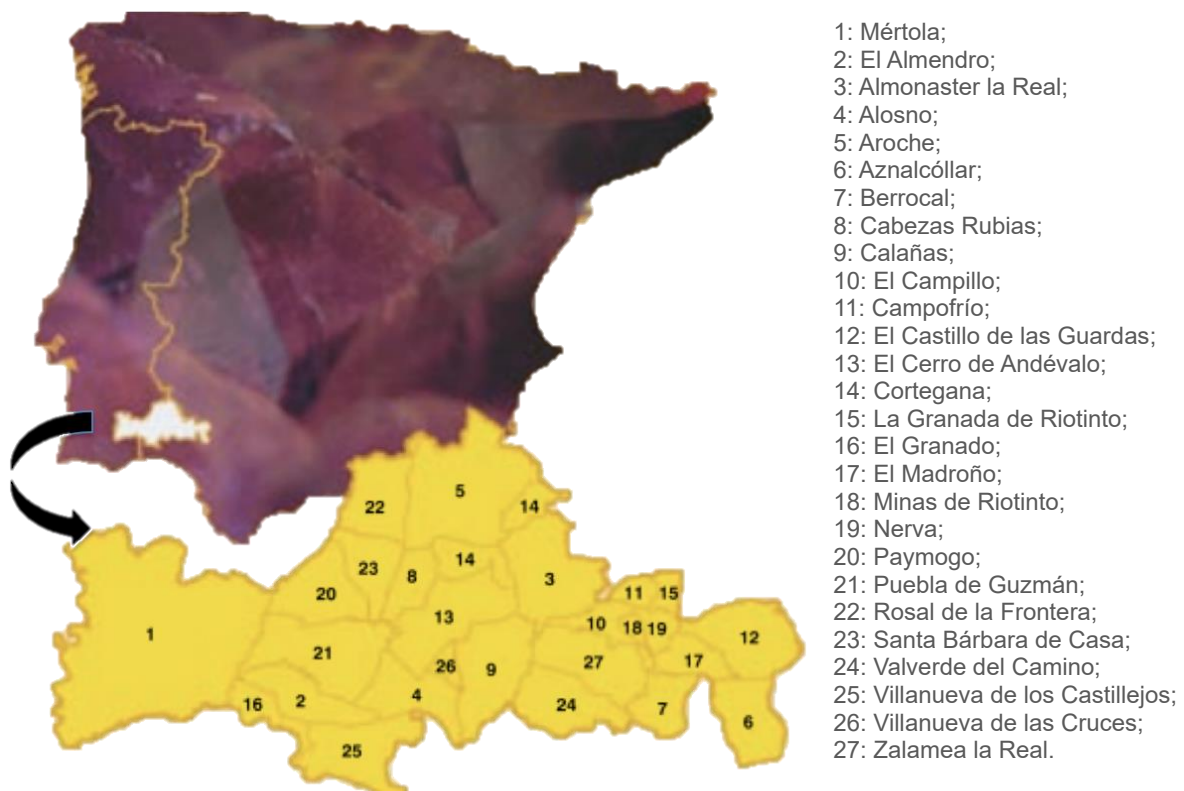


Figura 08: Mapa de localización de la Faja Pirítica Ibérica (CMA, 2006)

Según Urbano y colaboradores (1998), la Faja Pirítica Ibérica (FPI) es considerada una provincia minera gigante debido a sus dimensiones y características, en comparación con otras provincias mineras clásicas de Australia y Canadá. Se han identificado más de 80 depósitos en la FPI, con recursos que superan los 1700 millones de toneladas, de los cuales solo se han extraído alrededor de 250 millones de toneladas. En términos de contenido metálico, estos recursos incluyen más de 14.6 millones de toneladas de cobre, 13 millones de toneladas de plomo, 34.9 millones de toneladas de zinc, 5590 toneladas de plata y 596 toneladas de oro (Leistel et al., 1998a), sin considerar el contenido metálico de los yacimientos considerados tradicionalmente como piríticos. La Tabla 03 proporciona una comparación de los recursos (en millones de toneladas) entre la Faja Pirítica Española y la Faja Pirítica Portuguesa.

	FP Española	FP Portuguesa	Total FPI
Piritas (incluidas las cobrizas)	208'0 Mt	284'3 Mt	492'3 Mt
Sulfuros complejos	138'1 Mt	49'6 Mt	187'7 Mt
Mineral cuprífero diseminado	281'7 Mt	---	281'7 Mt
Cobrizo rico (aprox. 8% Cu)	---	30'9 Mt	30'9 Mt
Gossan de oro y plata	47'3 Mt	---	47'3 Mt
Mineral de estaño-cobre	---	2'9 Mt	2'9 Mt
TOTAL	675'1 Mt	367'7 Mt	1042'8 Mt

Tabla 03: Total de recursos de la FPI (Urbano et al., 1998)

Durante unos 4500 años, la Faja Pirítica Ibérica (FPI) ha mantenido su continuidad geológica, lo que ha llevado a un desarrollo económico, social y cultural basado en la explotación de sus recursos metalíferos, según lo indicado por CMA (2006). Entre estos recursos, el cobre ha sido prioritario y la explotación minera de Riotinto, actualmente en plena actividad, así como las minas de Aguas Teñidas y Cobre Las Cruces, que también están en fase de producción, son notables. Además, el manganeso es el segundo recurso mineral más importante

en términos económicos en la FPI, aunque no representativo en cuanto a la producción mundial actual. En vista de estas circunstancias y desde una perspectiva histórica, se puede considerar que la FPI es uno de los distritos mineros más antiguos del mundo.

GEOLOGÍA DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

La Faja Pirítica constituye una de las principales provincias metalogénicas de sulfuros masivos polimetálicos y su característica más significativa es la gran concentración de yacimientos gigantes o supergigantes que lo convierten en la primera provincia a nivel mundial en reservas totales de sulfuros masivos.(Ferrero Blanco, 2000)

La Península Ibérica (y Baleares) es un escenario ampliamente descrito en la literatura geológica y minera. Desde el punto de vista geológico, la Península Ibérica queda segmentada en las siguientes unidades (ver figura 09)

- **Macizo Ibérico:** También conocido como Macizo Hercínico o Herciniano, es el núcleo premesozoico de la Península Ibérica. Comprende los materiales Precámbricos y Paleozoicos de la mitad occidental. Está limitado al norte por el mar Cantábrico, al oeste por el océano Atlántico y al sur por la cuenca del Guadalquivir.
- **Cordillera Pirenaica:** comprende todas las alineaciones montañosas que se elevan en el borde norte de la placa ibérica desde el cabo de Creus hasta Galicia. Presenta disposición prácticamente simétrica, con una cobertura de materiales mesozoicos y terciarios.
- **Cordillera Bética:** relieves montañosos que se encuentran en el sur de la península ibérica. Se extiende desde el golfo de Cádiz hasta el litoral de Alicante y las Islas Baleares. Tiene una longitud de 620 Km. Se puede apreciar en ella una zona interna, afectando a los materiales del zócalo y otra externa con pliegues y mantos de corrimiento.
- **Cordilleras Ibérica y Costero-Catalana:** son dos grandes estructuras alpinas intraplacas parcialmente erosionadas. Cuentan con la misma edad y estilo. Representa el reborde de la meseta. Es una cordillera de tipo zócalo/cobertera. Los afloramientos son paleozoicos llegando a aparecer el Precámbrico en el núcleo de los anticlinales.

- Cuencas Cenozoicas: se tratan de cuencas muy extensas como pueden ser la del Duero, Tajo, Guadalquivir o Ebro y otras de menor extensión. Han sido formadas durante el Cenozoico y están rellenas por sedimentos que han sido poco deformados.

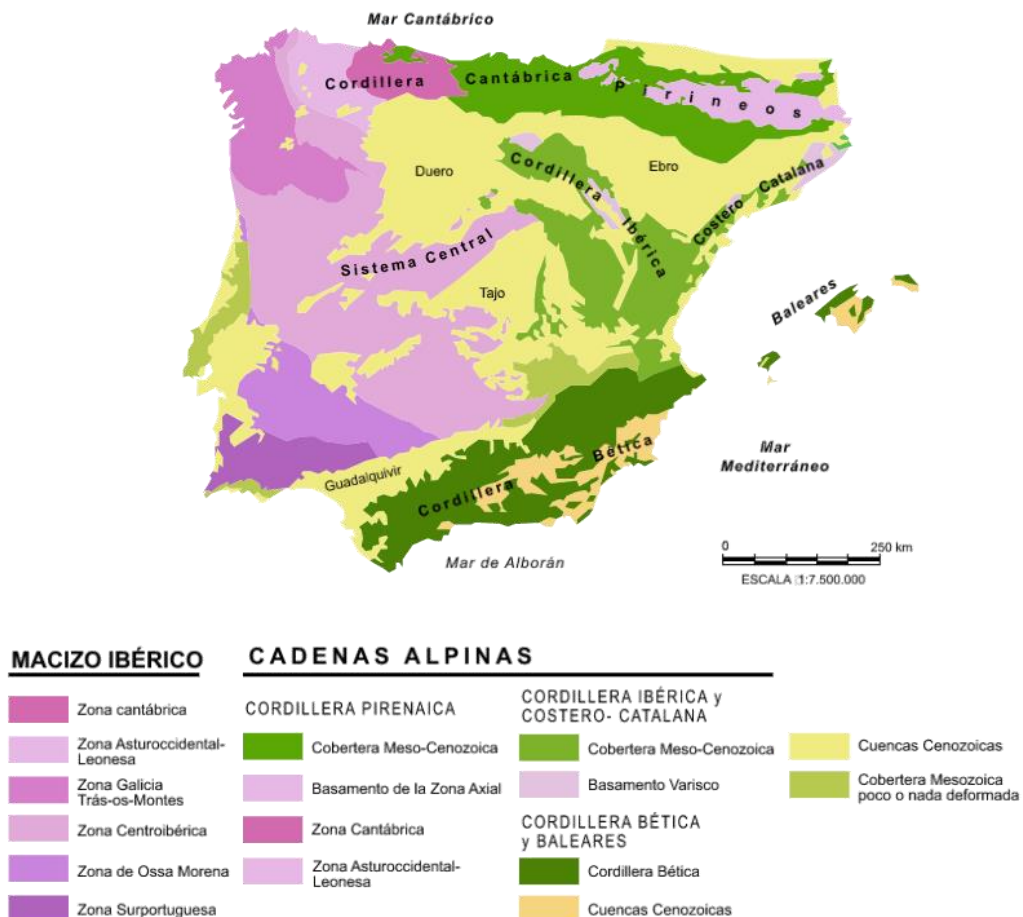


Figura 09: Principales unidades geológicas de la Península Ibérica y Baleares (UNED)

En la zona más meridional del Macizo Ibérico nos encontramos con la zona subportuguesa (ZSP), a la cual pertenece la Faja Pirítica Ibérica (FPI) y que se extiende desde el suroeste de Portugal hasta la Sierra Norte de Sevilla, encontrándose su mayor extensión en la provincia de Huelva.

La ZSP se caracteriza por el intenso vulcanismo que presenta y que se produjo durante el Devínico Superior y el Carbonífero Inferior y que dio lugar a una gran acumulación de rocas volcánicas y subvolcánicas. Está compuesta por una

mezcla de rocas sedimentarias e ígneas, que se formaron entre el Devónico Medio y el final del Carbonífero. La mayoría de estas rocas han sido deformadas y ligeramente metamorfozadas durante la Orogenia Varisca, lo que ha dado lugar a pliegues y grandes cabalgamientos.

En la parte nororiental de esta zona, es común encontrar rocas plutónicas que se intruyeron después de la fase principal de deformación tectónica, en una etapa postorogénica. Además, el vulcanismo intenso durante el Devónico Superior y el Carbonífero Inferior dejó una gran acumulación de rocas volcánicas, así como subvolcánicas, lo que se destaca como el aspecto geológico más significativo de la zona.

En la ZSP se pueden distinguir cinco dominios geológicos que presentan diferentes características estructurales, paleontológicas y litológicas diferentes; Dominio de Pulo do Lobo, Faja Pirítica Ibérica, Dominio del Suroeste Portugués, Batolito de la Sierra Norte de Sevilla y la Cuenca del Viar.

- El Grupo Pulo do Lobo, al sur de Rosal de la Frontera se encuentra una zona compuesta principalmente de filitas y cuarcitas, con la presencia ocasional de rocas magmáticas máficas. Todas estas rocas han sufrido una intensa deformación y presentan numerosas venas de cuarzo. Se cree que esta zona es una cuña de acreción que se formó como resultado de la colisión entre la placa de la actual Zona Surportuguesa y la placa de Ossa-Morena durante el Devónico Inferior a Medio.
- La Faja Pirítica Ibérica, es una región de reconocimiento internacional que destaca por su alta concentración de yacimientos de sulfuros masivos, considerada como la mayor del mundo, con reservas originales que se estiman en más de 2000 millones de toneladas. También en el pasado se han explotado yacimientos de manganeso y mineralizaciones hidrotermales de composición variada.
- El Dominio del Suroeste Portugués; Durante la Orogenia Varisca, también conocida como Hercínica, se produjo la deformación que se observa en las rocas de la Zona Surportuguesa. El estilo tectónico de esta zona es del tipo "thin-skinned" o tectónica de piel fina, lo que significa que la deformación afectó solo a la parte más alta de la corteza terrestre,

principalmente a rocas sedimentarias y metamórficas de grado muy bajo o bajo. Desde el punto de vista de las estructuras geológicas, la Zona Surportuguesa es un cinturón de pliegues y cabalgamientos que se originan en un nivel de despegue situado a unos 12 km de profundidad.

- Batolito de la Sierra Norte de Sevilla; Se ubica exclusivamente en la provincia de Sevilla y representa el único registro de depósito posterior a la orogenia en la Zona Surportuguesa. La Cuenca Pérmica del Viar tiene una forma de semigraben, y está rellena por una secuencia heterogénea de sedimentos continentales que alcanzan una potencia máxima de 400 metros cerca del límite con la Zona de Ossa-Morena. Esta secuencia incluye conglomerados, areniscas, lutitas y niveles delgados de caliza y carbón, así como rocas volcánicas básicas (basaltos) y piroclásticas de composición riodacítica. Además, se han descubierto abundantes restos fósiles de plantas con una edad Autuniense en ciertas áreas de la cuenca.
- Cuenca Pérmica del Viar; en la provincia de Sevilla está formado por una serie de plutones formados por rocas magmáticas que presentan una composición variada. En la provincia de Huelva podemos encontrar estos afloramientos en zonas como Campofrío o La Granada de Riotinto.

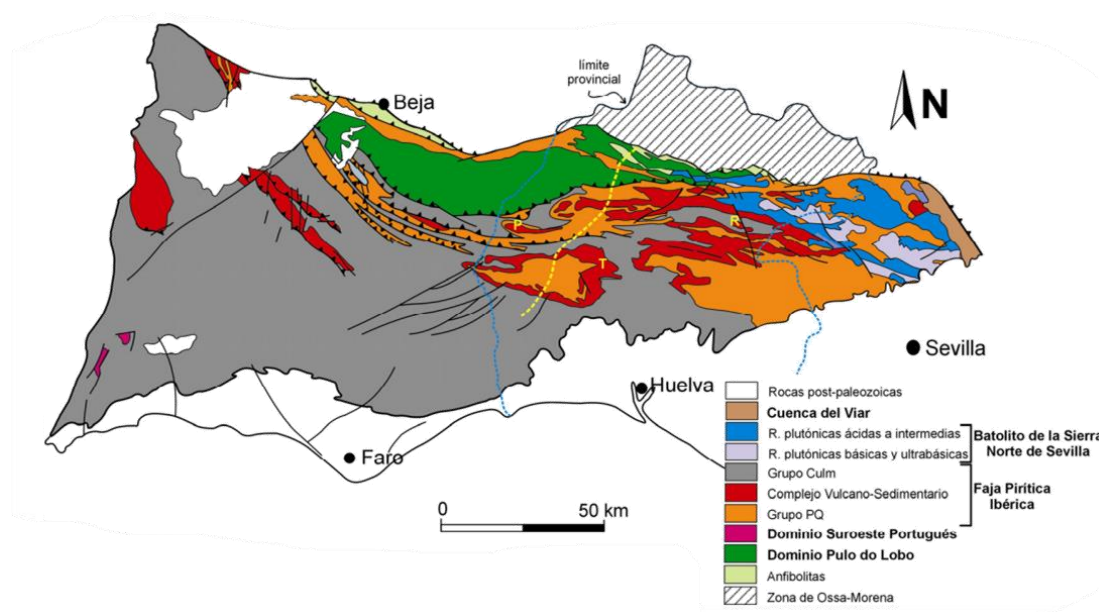


Figura 10: Mapa esquemático general de la Zona Surportuguesa (Donaire, T.)

Centrando el estudio en uno de estos dominios geológicos, la FPI es una de las provincias metalogénicas más importante del mundo, donde se encuentra la mayor concentración de sulfuros del planeta (Tornos, 2008).

Desde el punto de vista geológico la Faja Pirítica Ibérica (FPI) se divide en tres grandes unidades litológicas. Las rocas más antiguas corresponden al grupo PQ (grupo pizarroso Cuarcítico), seguido del complejo Volcano-sedimentario (CVS) y el grupo Culm.

- Grupo Pizarroso Cuarcítico (PQ): formado por una potente secuencia de pizarras y areniscas con espesor desconocido que hacia techo contiene lentejones conglomeráticos y carbonatados. Esta unidad geológica está compuesta principalmente por pizarras y niveles de cuarcitas, que se formaron durante el Devónico Medio y Superior, específicamente en el Fameniense tardío. Estos materiales tienen una potencia mínima de alrededor de 2000 metros. Los estudios realizados indican que los niveles de cuarcitas en esta unidad aumentan en potencia y tamaño de grano hacia el techo, donde las pizarras son menos comunes. Esto sugiere que estos materiales se depositaron en una plataforma marina somera, ocasionalmente afectada por la acción de tormentas y oleaje. Los niveles de cuarcitas en el techo indican que la profundidad disminuyó y que la plataforma previa evolucionó a un ambiente litoral arenoso. En la Faja Pirítica Ibérica y en el Dominio del Suroeste Portugués, donde recibe el nombre de Formación Tercenas, la litofacies de esta unidad es similar.
- Complejo Volcano-sedimentario (CVS): es el lugar donde se localizan las masas minerales. Situado sobre el grupo PQ, el Complejo Vulcano-Sedimentario está compuesto por una mezcla complicada de rocas magmáticas y sedimentarias con una edad que oscila entre el Fameniense tardío y el Viseense medio-superior. Cuenta con una potencia variable entre los 0 y los 1300 metros. Este complejo incluye una compleja secuencia volcánica-félsica intercalada con pizarra y sedimentos químicos (Tornos, 2008). Las evidencias científicas ponen de manifiesto que el vulcanismo fue fundamentalmente submarino.

Es en esta unidad geológica donde se encuentran los depósitos de sulfuros masivos. Estos depósitos minerales suelen encontrarse en la parte superior de secuencias magmáticas ácidas. Tienen una parte superior masiva, que puede ser tabular o lenticular y coincide con la estratificación, y una parte inferior con mineralización diseminada o de stockwork. Muchos yacimientos están asociados con pizarras negras próximas al límite entre el Devónico y el Carbonífero y a menudo tienen niveles silíceos en la parte superior. La alteración hidrotermal asociada con las mineralizaciones es clorítica en la zona central del sistema y sericítica en la periferia. Los yacimientos contienen principalmente pirita, junto con esfalerita, galena, calcopirita y tetraedrita en menor proporción. También se pueden encontrar arsenopirita, pirrotita, casiterita, sulfosales de Cu-Pb y de Bi-Pb, estannita, barita, magnetita, electrum, cobaltita y una gran variedad de otros minerales menos comunes.

El límite superior de esta unidad está marcado por niveles intermitentes de jaspes, que a veces contienen depósitos de Mn, y por un nivel muy continuo de "pizarras moradas" que es un nivel de referencia importante en la cartografía, ya que se extiende por toda la Faja Pirítica. Los depósitos del límite superior (niveles de pizarras y rocas vulcanoclásticas) se integran gradualmente en la secuencia de pizarras de la base del Grupo Culm.

- Grupo Culm: formado por una secuencia alternante de pizarra, litoarinita y un raro conglomerado con características de turbidita que puede llegar a tener varios miles de metros de potencia y que suele estar precedida por una unidad estratigráfica de pizarras, conocida como Serie Pizarrosa Basal. La formación turbidítica de facies Culm es la unidad más representativa del Grupo Culm, y cubre una amplia área de la provincia de Huelva, desde San Silvestre de Guzmán hasta Riotinto. Está compuesta principalmente por pizarras y areniscas, aunque se han descrito algunos conglomerados. Estos depósitos se originaron por corrientes de turbidez, que son corrientes cargadas de sedimentos que llegaron hasta el fondo marino y se depositaron para formar los estratos

actuales. Entre las características de estos depósitos destacan la alternancia de areniscas y pizarras, así como diversos rasgos sedimentarios y estructurales.

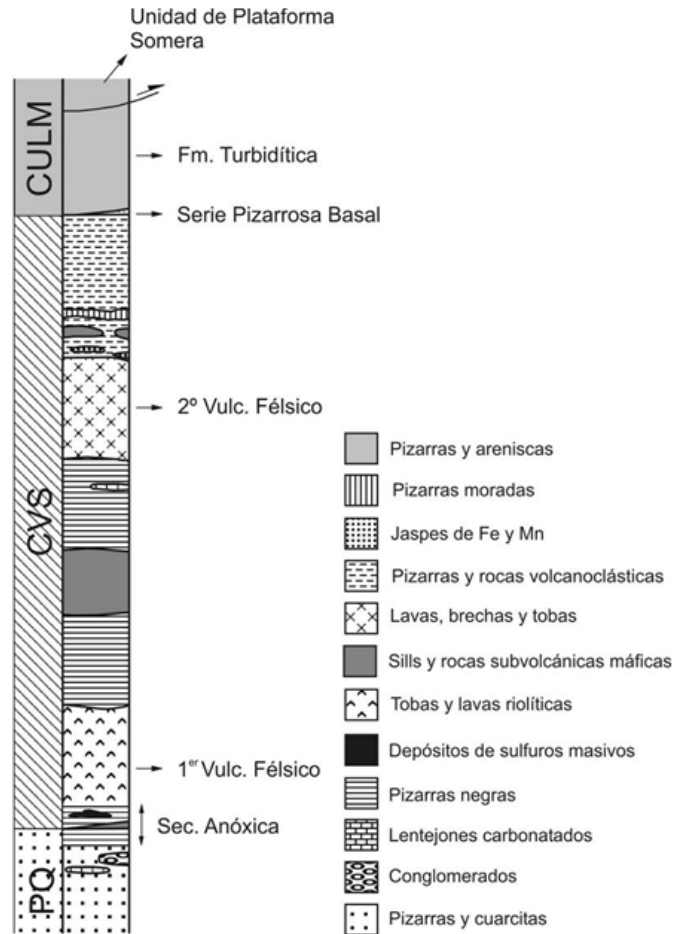


Figura 11: Columna estratigráfica de la Faja Pirítica Ibérica (Moreno y González, 2004. Modificada de Schermerhörn, 1971).

LA MINERÍA EN LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

La FPI es una región minera de gran importancia, siendo considerada una provincia metalogénica de primer nivel, con una cantidad de más de 1.800 millones de toneladas de sulfuros masivos y stockworks infrayacentes. Además, contiene la mayor concentración mundial de yacimientos gigantes de sulfuros masivos asociados a rocas volcánicas. Los depósitos de la FPI contienen principalmente pirita como mineral metálico más abundante, aunque también se encuentran esfalerita, galena, calcopirita, tetrahedrita, arsenopirita y pirrotina. Los depósitos suelen tener tres tipos de mineralizaciones descritas normalmente como piríticas, enriquecidas en cobre y polimetálicas, aunque no suelen ser ricos en oro.

Además de los depósitos de sulfuros masivos que contienen la mayoría de los recursos de metales base, azufre y metales nativos de la FPI, es importante mencionar los yacimientos de manganeso de origen vulcanogénico presentes en la zona (Pinedo Vara, 1963). Su explotación llevó a España a liderar la producción mundial de manganeso a finales del siglo XIX (García –Cortés, 2011).

YACIMIENTOS DE MANGANESO

Actualmente, la mayor parte de los grandes yacimientos de manganeso existentes en el mundo corresponden al tipo sedimentario – diagenético y cifran sus reservas en miles de millones de toneladas (García-Cortés, 2011); en comparación con estas magnitudes, los yacimientos de manganeso de la FPI, incluso los mayores, son pequeños.

Gonzalo y Tarín (1888) describe de forma pormenorizada dichos yacimientos. Según este autor, al igual que los criaderos de piritas, los de manganeso entran en la categoría de los de relleno, estando bien justificada, como para aquellos, la preexistencia en las capas sedimentarias de huecos donde se acomodaron las menas. En los yacimientos de manganeso, las dimensiones de las oquedades en que se constituyeron fueron mucho más pequeñas que en las de piritas y más irregular su forma. Por lo general, la profundidad de estos criaderos no pasa de 20 metros, habiendo algunos donde se ha alcanzado los 70 y 80 metros.

A diferencia de las mineralizaciones de sulfuros masivos, las de manganeso, independientemente de su magnitud, muestran una mayor dispersión espacial en la FPI (García-Cortés, 2011), obedeciendo la distribución geográfica de estos criaderos a ciertas leyes relacionadas con los fenómenos geológicos que han tenido lugar en el amplio espacio que alcanzan, por lo que tanto los criaderos piríticos como los manganesíferos se encuentran en la misma zona, donde las rocas porfídicas y diabásicas tienen sus principales afloramientos, en cuyo lugar los efectos del metamorfismo se presentan con gran intensidad en grandes espacios de los ocupados por las rocas sedimentarias de las formaciones Siluriana y del Culm.

Los criaderos manganesíferos aparecen dispuestos por series que, de Este a Oeste aproximadamente, se extienden a lo largo de muchos kilómetros, siguiendo la estratificación de las rocas, pero dejando soluciones de continuidad, o espacios intermedios, de mucha más longitud de la que corresponde a cada uno de los yacimientos, los cuales quedan alrededor de las masas piríticas cuyo

gran volumen y compacidad contrasta con la pequeñez e irregularidad de los primeros.

Los modelos de yacimientos de manganeso vulcanogénicos son más escasos que los que se han propuesto para los de sulfuros masivos y, en muchas ocasiones, se integra a los de manganeso en los anteriores (García-Cortés, 2011). Galley *et al.* (2007) sugieren que los manganesos vulcanogénicos se forman en episodios volcánicos o hidrotermales posteriores, a niveles más altos y a techo de acumulaciones de materiales piroclásticos finos y epiclásticos. Los ambientes de precipitación de manganeso son cuencas óxicas, también favorables para la de geles silíceos.

Boixereu *et al.* (2011) indican que en la FPI, la gran mayoría de las mineralizaciones de manganeso aparecen en el vulcanismo ácido, cuyo techo lo constituye el nivel guía de pizarras o cineritas moradas y, por lo tanto, cerca de ellas. También aparecen en número importante asociados a lentejones de jaspes con corridas hectométricas a kilométricas, con potencias de decenas de metros, siendo la relación con estos jaspes vulcanogénicos variable:

- En las áreas mineralizadas, los jaspes muestran, en general, una deformación evidente y están afectados por fracturas cizallantes oblicuas (N30 a N60), están atravesados por venas de cuarzo removilizado y pueden presentar algunas disseminaciones de pirita y/o calcopirita.
- Las concentraciones de minerales de manganeso aparecen dentro de los jaspes, en fracturas y cavidades, reemplazándolos, y en las rocas tuffíticas o cineríticas silicificadas próximas, también en venas, en reemplazamientos o formando lentejones de disseminaciones de nódulos o en pequeñas bolsadas.
- Las mineralizaciones de manganeso no siempre aparecen en proximidad a los jaspes rojos o morados, sino que lo hacen en forma de disseminaciones y en fracturas en determinados niveles silicificados (cherts) de rocas tuffíticas o de cineritas.

Por todo ello, indican estos mismos autores que las mineralizaciones de manganeso parecen ser posteriores en el tiempo a las de sulfuros.

HISTORIA MINERA DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

PASADO MINERO

La minería en la Faja Pirítica Ibérica tiene más de 4.500 años de historia (Leblanc *et al.*, 2000), remontándose las primeras actividades minero-metalúrgicas al periodo Calcolítico (tercer milenio a.C.), como así lo demuestran las pruebas de Carbono/14 en el poblado metalúrgico del Cabezo Juré (término municipal de Alosno, Huelva) investigado por el Proyecto Odiel (1991) y datado en el 2.500 a.C. (Nocete y Linares, 1999, en Carrasco, 2000).

Tartessos, fenicios, cartagineses, romanos,... fueron pueblos que llevaron a cabo labores mineras. Explotaciones tan conocidas como Tharsis, Riotinto, La Zarza, Sotiel o Aznalcóllar tienen su origen en el periodo tartésico-romano, habiendo numerosos textos y evidencias que así lo constatan (Gómez, 2011).

En la época romana hubo un gran desarrollo de la minería y metalurgia, lo cual impulsó notablemente la explotación de yacimientos (Carrasco, 2000). Este hecho se verifica al comprobarse que en la mayor parte de las minas explotadas en la FPI durante los dos últimos siglos se hallan indicios de haber sido trabajadas durante esta época romana (Pinedo, 1963). Fue el comienzo de la importancia de las reservas de piritas, que, aunque contenían muy poco oro y plata en proporción con otros compuestos, eran tan voluminosas las masas de mineral tratable, que se obtenían cantidades apreciables de estos metales preciosos, respecto a otros yacimientos (Ferrero Blanco, 2000).

El inicio de la Edad Media trajo consigo una inactividad extractiva que se tradujo en la decadencia progresiva de la minería en la FPI. Ferrero Blanco (2000) informa que ello es debido a las frecuentes luchas (tanto con visigodos como con árabes) así como porque se gravaban los minerales con un impuesto hasta dos tercios del producto bruto siendo no rentable su explotación. Esta misma autora indica que con la invasión de los bárbaros en el año 405 se sumió a la minería

de Huelva en la paralización total durante cuatro siglos y medio, hasta la mitad del s. XVI, cuando Felipe II dio un nuevo impulso y se empezaron a conocer más los criaderos de Huelva, y en especial, Riotinto, como resultado de las pesquisas efectuadas por el clérigo Diego Delgado (Rúa Figueroa, 1859) a petición del propio monarca. Este hecho conllevó a nuevas exploraciones y ensayos de minerales, estimulando el interés minero en la comarca.

Durante los s. XIX y XX, la minería de la FPI tiene su época de mayor producción como consecuencia de que el cobre deja de ser utilizado para fines únicamente bélicos y a ser empleado para la nueva industria eléctrica por sus excelentes propiedades conductoras (Carrasco, 2000 en Gómez, 2011). A partir de 1821, la producción mundial de metal se incrementará en un 30% por década (Flores Caballero, 1983). La fuerte demanda de azufre para la industria química de mediados del s. XIX relanzó definitivamente la minería de sulfuros con una importante inyección de capital, en su mayoría, inglés y francés (*The Tharsis Sulphur & Cooper Co. Ltd., Société Française des Pyrites de Huelva, The Bede Metal Chemical Co. Ltd, The Rio Tinto Company Lt.,...*), siendo 1855 el año a partir del cual comenzaron las exportaciones de pirita y manganeso, situándose la capital onubense en el cuarto lugar entre los puertos españoles por tráfico marítimo en apenas 10 años, llegando a ocupar el segundo lugar a medida que transcurría el siglo (Carrasco, 2000). Este hecho produjo que la región empezara a conocerse en Europa como “la California del cobre” (Gonzalo y Tarín, 1888).

Respecto al manganeso, el inicio de la actividad extractiva de este mineral tuvo lugar en el año 1858, sobre dos minas del término municipal de Villanueva de los Castillejos, continuando después con otras minas en ese mismo término y en el de Alosno, siendo especialmente intensa la actividad entre los años 1940 y 1960 (Carrasco, 2000). El descubrimiento de grandes yacimientos sedimentarios en otros países como Rusia, Brasil o Ghana, hizo perder importancia a la minería del manganeso en Huelva.

A partir de finales de la década de 1960, se produce el declive de la minería en la FPI, cerrando numerosas explotaciones como consecuencia de 4 factores: la crisis energética mundial, la entrada en el mercado de nuevos materiales como el aluminio o la fibra óptica, el reciclaje (estos factores causaron, según Carrasco

(2000), un receso en la demanda del cobre y la consiguiente depreciación a partir de 1982, que culminaría con la gran crisis de 1986) y el endurecimiento de la legislación ambiental.

MINERÍA Y ACTUALIDAD: EL RESURGIR DE LA MINERÍA EN LA FPI

El aumento en los últimos años de los precios de la minería metálica y, en especial, del cobre, ha hecho posible que diferentes empresas internacionales se interesen en la investigación y explotación de los recursos existentes en la FPI.

Tal y como se refleja en la memoria anual del año 2021 de AMINER, Asociación de Empresas Investigadoras, Extractoras, Transformadoras Minero-Metalúrgicas, Auxiliares y de Servicios, actualmente en Andalucía operan seis explotaciones de minería metálica, situadas en las provincias de Huelva, Sevilla y Granada, encontrándose en Huelva el mayor número.

La memoria anual de AMINER recoge diferentes datos estadísticos sobre la minería metálica en la comunidad autónoma andaluza. Entre ellos, se contaría con una empleabilidad de 10.000 puestos trabajo directos y unos 30.000 indirectos e inducidos, una inversión en el 2021 en torno a 220 millones de euros, con un acumulado de más de 2.600 millones de euros. Todo ello hace posible que se obtenga una producción de 21,5 millones de toneladas de mineral procesado y una facturación de 4.000 millones de euros anuales, y se han exportado más de 2.000 millones de toneladas. Las empresas mineras han realizado una inversión en I+D+I superior a los 11 millones de euros, en responsabilidad social corporativa de 2,5 millones de euros y de 63 millones de euros en medio ambiente.

Dentro de la provincia de Huelva nos encontramos con Mina Riotinto, Mina Aguas Teñidas, Mina Magdalena y Mina Sotiel. En la provincia de Sevilla contamos con la explotación Cobre las Cruces y en Granada con Mina Alquife. Además de esto se encuentran distribuidos por toda la comunidad autónoma, varios proyectos de exploración e investigación encaminados a poner de manifiesto diferentes recursos.



Figura 12: Situación geográfica de las minas actualmente en explotación (AMINER, 2021)

Encaminadas principalmente a la obtención de Cobre, Plomo y Zinc las minas de la comunidad de Andalucía se presentan como un referente a nivel mundial.

A continuación se hace una breve reseña de las explotaciones metálicas en actividad en la comunidad autónoma andaluza:

Cobre las Cruces

Este complejo dedicado a la extracción y producción de cobre se encuentra situado entre los municipios de Gerena, Guillena y Salteras, término municipal de Sevilla. Propiedad de la compañía First Quantum Minerals desde 2013, una de las compañías líderes en producción de cobre a nivel mundial.

Esta explotación cuenta con una de las plantas hidrometalúrgicas más avanzadas y sostenibles del mundo permitiendo la obtención de cátodos de cobre de alta calidad, con un 99.9999% de pureza.

Actualmente proporciona 700 empleos directos y más de 1500 indirectos e inducidos. La inversión hasta la fecha supera los 1.100 millones de euros, haciendo de CLC (Cobre las Cruces) una de las explotaciones más importantes de Andalucía.

A futuro, la compañía está desarrollando el Proyecto PMR (Poly Metallurgical Refinery) a través del cual obtendrán cobre, zinc, plata y plomo, lo que permitirá una ampliación de la actividad de la mina de al menos 15 años más.



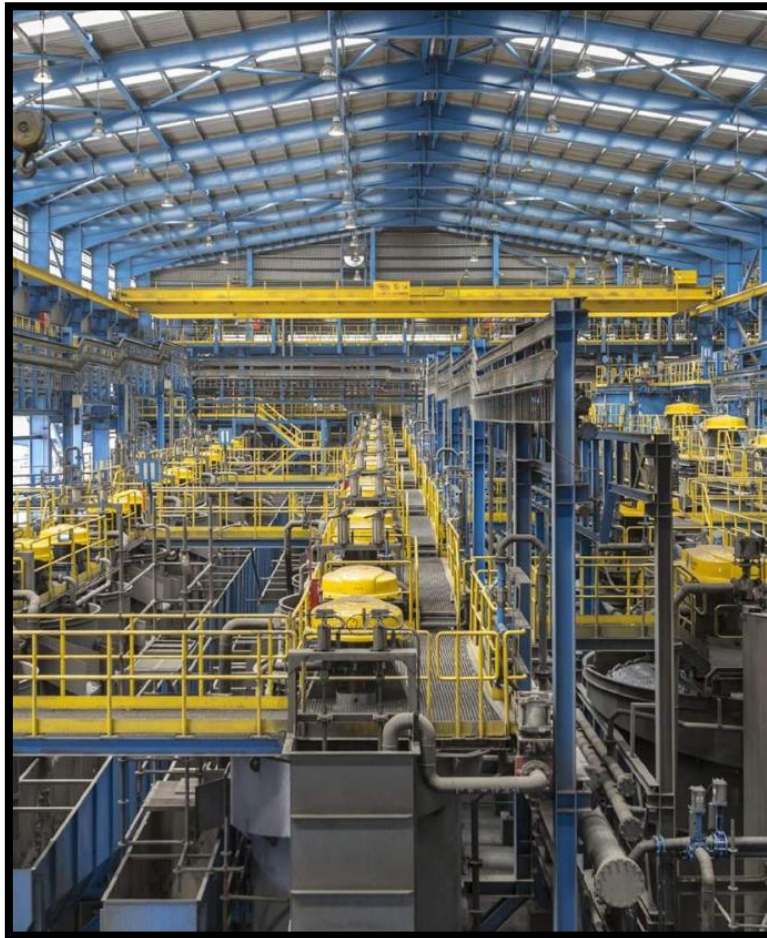
Imagen 03: Planta metalúrgica en Cobre las Cruces (www.cobrelascruces.com)

Sandfire MATSA

La empresa Sandfire Matsa es propietaria y titular de los derechos mineros de explotación de las operaciones mineras de MATSA en Huelva. Cuenta con una planta de procesamiento de mineral que se abastece de las tres minas subterráneas de las que son concesionarias, Aguas Teñidas y Magdalena en Almonaster la Real y Sotiel en Calañas. Sandfire MATSA produce concentrado de cobre, zinc y plomo que comercializa desde el Puerto de Huelva.



Imagen 04: Recreación virtual de la mina Sandfire MATSA (www.sandfirematsa.es)



*Imagen 05: Planta metalúrgica Sandfire MATSA
(www.sandfirematsa.es)*

Atalaya Riotinto Minera

Con el precio del cobre en su mejor momento y una buena perspectiva de futuro en el año 2005 se comienza por parte de la empresa EMED (Eastern Mediterranean Resources Public) los trabajos necesarios para poder adquirir la histórica mina de Riotinto. No es hasta enero de 2015 cuando la empresa recibe la aprobación del Proyecto de Explotación y Restauración de la misma, y es en abril del año 2015 cuando se produce la primera voladura del Proyecto Riotinto, consiguiendo de esta forma la reapertura de una mina histórica implantando un nuevo proyecto que incorpora las últimas innovaciones tecnológicas en el sector. En octubre de ese mismo año los accionistas de EMED aprueban el cambio de nombre a los Atalaya Mining y es ya con esta denominación como, en enero de 2016 se comienza con la producción comercial de cobre.



*Imagen 06: Corta activa de la mina Atalaya Riotinto Minera
(www.riotinto.atalayamining.com)*

El proyecto Riotinto cuenta con una estimación de reservas de 197 millones de toneladas, lo que hace que unido a sus continuos trabajos de investigación de nuevos recursos la vida de la explotación supere los 12 años.

Con una empleabilidad de 1000 empleos directos, una inversión industrial que supera los 300 millones de euros y una producción anual en el año

2020 de 55.890 toneladas de cobre Riotinto se presenta como referente de la minería de la Faja Pirítica de Huelva.

Minas de Alquife:

La compañía Minas de Alquife ha puesto en marcha el nuevo proyecto de reapertura de las Minas de Marquesada, que se sitúan en los términos municipales de Lanteira, Alquife, Aldeire y La Calahorra, todas ellas importantes yacimientos de Óxidos de Hierro. Este proyecto que ya cuenta con la Autorización Ambiental Unificada y la Autorización de Concesión de Explotación iniciará de manera inminente sus labores de extracción.

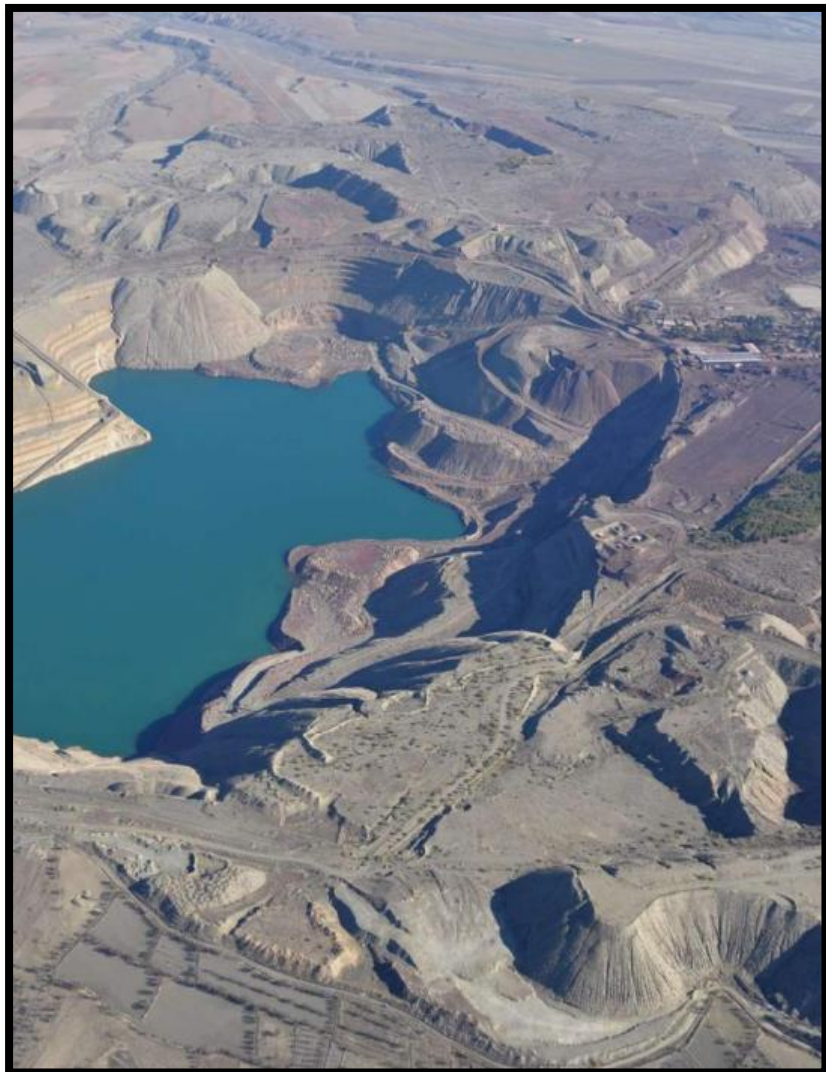


Imagen 07: Imagen aérea de la explotación Minas de Alquife (AMINER, 2021)

Sin lugar a dudas la provincia de Huelva se ha convertido en un referente mundial en producción de cobre. Respecto a la posible reapertura y/o explotación de yacimientos de manganeso en la FPI, actualmente no se contemplan acciones relativas a este hecho, debido a que, tal como se comentó con anterioridad, los recursos y reservas manganesíferas de la FPI no son comparables cuantitativamente con yacimientos ubicados en otros países tales como Brasil, Gabón, etc..., por lo que los trabajos extractivos no obtendrían los beneficios necesarios para competir en términos de mercado con estos últimos.

CAPÍTULO III

HISTORIA

HISTORIA

La franja pirítica ibérica (FPI) se localiza en la mayor parte de su extensión a lo largo de la provincia de Huelva, ocupando en concreto el territorio comprendido desde el municipio de El Berrocal hasta El Granado (de este a oeste) y desde Aroche hasta Villanueva de los Castillejos (de norte a sur). Esta característica de la FPI ha provocado que la provincia de Huelva se genere como la principal productora o extractora de mineral de manganeso de la propia franja pirítica. Este hecho, asociado a las particularidades o características de los yacimientos en la propia provincia han influido de manera decisiva en la implantación de la minería en Huelva, la cual aparece valorada a partir de la implantación del imperio romano, destacándose desde antes del s. II a.C. la relevancia del distrito de Hispania a través de diversas fuentes por su explotación (Blázquez, 1969).

Habiéndose confirmado la existencia en la época prerromana en los municipios actuales de Almonaster la Real y Riotinto para la extracción de cobre y plata respectivamente, no será hasta 1853 cuando se empiecen a exportar cantidades significativas de óxido de manganeso, siendo incentivada esta explotación por la demanda de las industrias europeas, y que se mantiene, aunque de manera interrumpida hasta el año 1992.

Si bien, se tienen datos de la solicitud para tres concesiones mineras de manganeso entre los años 1824 y 1825, y otra más, en 1828, a nombre de la *Sociedad de manganeso Kitmaydo S.A.* en la cual registra la mina de Santa Elena (Ferrero, 2000), no será hasta el año 1958, con la apertura de dos minas en el municipio de Villanueva de los Castillejos para la producción específica de manganeso, cuando se suponga un antes y un después en el número de registros mineros solicitados (Gonzalo y Tarín, 1888).

Durante el período más significativo de extracción de manganeso en la provincia de Huelva, el ya mencionado desde 1853 hasta 1992, existen dos décadas de mayor auge o relevancia provocadas por la fusión de las compañías *Duclerc y Cia.* Y la *Tharsis Sulphur & Copper*, en 1860, y en 1940 por la intervención del Consejo Ordenador de Minerales de Interés Militar (COMEIN).

El impulso de la primera década viene provocado por la consolidación de la infraestructura necesaria para potenciar la explotación minera de la zona por parte de las propias empresas extractoras, que, aunque tuvieran como principal objetivo la extracción de otros minerales, influyó de manera directa de igual modo en la extracción del manganeso, contando con un total aproximado de 300 concesiones a finales de 1869 o principios de 1870.

La relevancia en la consolidación y mejora de las infraestructuras existen en los años 1860 y siguientes radica, no tanto en el tipo de explotación sino, en el transporte de los minerales extraídos, el cual se realizaba a través de los medios existentes propios de la época y basándose principalmente en el transporte por burros a través de los caminos hasta los puertos de embarque del material, donde, en función de las características del propio puerto se cargaba directamente el material al barco exportador o, si las condiciones de navegabilidad o del muelle no lo permitía, a través del sistema de cabotaje, el cual consistía en realizar una primera carga en un bote de menor calado y más accesible que trasegaría el mineral a la embarcación final, fondeada esta e mayor profundidad y, por tanto, fuera del embarcadero o muelle de carga.

También hay que tener en cuenta que fue durante 1857, previo a esta década, cuando se realizan los primeros ensayos para la reducción de los minerales de manganeso, observándose que la dureza que presentan las muestras ensayadas hace que este mineral sea idóneo para su utilización en la creación de objetos mecánicos, especialmente para aquellos de corte de cristal o realización de trabajos sobre acero.

Este hecho, unido al desarrollo de la industria provocó que en 1859 se empiecen a descubrir a finales de año muchos yacimientos de manganeso entre los municipios de Huelva y Alosno. Hasta esta fecha, el manganeso no había figurado como un mineral rico en España. Entre este año y el siguiente dejan de admitirse leyes del mineral de 58 grados (Memoria de Estadística Minera, publicada por la Dirección General de Agricultura Industria y Comercio, 1866), hasta llegar en 1865 al mínimo exigido de 75-85 grados, entendiéndolo necesario para que el material de manganeso tenga utilidad relevante, y se destierran de los mercados las minas extranjeras, por abundancia del material extraído

principalmente en la provincia de Huelva, los manganesos del Condado de Nassau en Alemania y de Romanede en Francia, resultado de una competencia que no sólo produjo la paralización de las minas extranjeras por exceso de exportación sobre el consumo, sino también la depreciación de las indígenas por el grado de éste.

Durante el año 1864 se mantiene el crecimiento de la producción, la cual se debe al suministro exclusivo de las provincias de Huelva y Teruel, siendo el aporte de esta última testimonial. Durante este año se hacen más notorias la falta de comunicación y el sobre coste de los portes sobre el material, lo cual favorece a las explotaciones que se encuentren mejor situadas o comunicadas, haciéndose más notoria la mina de Santo Domingo en Portugal. No obstante, y a pesar de algunas circunstancias desfavorables como las mayores exigencias de los compradores tanto en el precio como en la ley del mineral, la falta de comunicaciones y el sobre coste ya mencionado, provoca que aunque se cierren explotaciones la industria minera en la provincia onubense siga en progresivo desarrollo.

Es en 1865 cuando se descubren en los términos municipales de Almonaster la Real y de Zalamea la Real, criaderos de manganeso potentes y superficiales, de fácil explotación, en el primero y de ley superior en el segundo. Estos yacimientos provocan que el número de solicitudes este año fuera significativamente superior y que la explotación de los mismos presentaran una viabilidad económica mayor al combatir la falta de viario o comunicaciones y los costes de su transporte.

Será también en este año, cuando en cumplimiento del artículo 35 de la ley de minería vigente, en el que se prescribe la necesidad de que cada arriero lleve una guía autorizada por el alcalde del pueblo donde radique la mina en el que se exprese la cantidad y clase del producto que se transporte, a riesgo de que éste pudiera ser decomisado si no se acreditase convenientemente la procedencia y cantidad del mismo. Esta particularidad incide especialmente en las concesiones de manganeso que se encuentran esparcidas por el territorio, alejadas de cualquier núcleo poblado que posibilite el registro, porque la cantidad transportada y su valor se consideraban insignificante, y por el tipo de la conducción del material, llevándose a cabo normalmente a lomos de dos o tres

caballos por viarios no conformados, lo que imposibilitaba a primera vista la saca de la guía exigida, y en caso de que fueran en municipios mejor comunicados, lo imposibilitaría el tiempo material del alcalde para autorizar las respectivas guías diarias.

Esta imposibilidad genera la práctica de la realización de guías generales cuando la cantidad a transportar es ya considerable. Este sistema se presenta compatible con el previsto en la ley de minas, generando más viabilidad en el seguimiento de las extracciones y sin perjudicar a la Hacienda pública, aportando así de igual modo los derechos correspondientes al exportar el mineral.

Las provincias exportadoras, durante el año 1866, son Huelva y Sevilla, como primera y segunda respectivamente. Lugo presenta minas de manganeso a una distancia de seis a ocho leguas de la costa y con una calidad que no hacen viable su transporte, por lo que estas minas no se encuentran activas y están abandonadas desde la época de la concesión. Se sigue incrementando el número de minas de manganeso abiertas, generando un aumento de la exportación entorno al 40% con respecto al año anterior. No obstante, pese al crecimiento del número de explotaciones, se siguen contando con los mismos inconvenientes.

Hasta este momento se entendía que los criaderos de manganeso eran bastante efímeros e irregulares, motivo por el cual no se había atendido de manera exhaustiva desde el gobierno. Será a partir de ahora cuando se tome en consideración la existencia de los criaderos de manganeso y su extracción, pasando a considerarse que los criaderos son bastante regulares y abundantes, comparándose a los filones de cobre. Tal y como se recoge en las Estadísticas Mineras de ese año, los filones pueden llegar a ser de varios kilómetros o leguas sin que haya falta de continuidad o cambio de dirección, pero que para una buena explotación del mineral habría que realizar tareas preparatorias y de investigación, y que tan sólo hay dos o tres minas donde se hayan contemplado tales acciones. Este hecho conlleva a que de momento tampoco se hubiera adoptado un sistema de explotación acorde a las dimensiones, forma, tenacidad, dureza, etc., de los criaderos que mejoren la rentabilidad de esta minería.

Será en 1867 cuando se confirme que los criaderos considerados superficiales de manganeso no lo son tanto, mostrando indicios de mayor profundidad de los mismos, pero sin llegar a consolidar esta información por la falta de los trabajos o labores que lo ratificaran. Tan sólo unas pocas ya bien afincadas muestran trabajos preparatorios o de reconocimiento. Entre ellas destacaremos el montaje, por parte de Sundheim, de una máquina de vapor para extracción, movimiento de bombas y un motor de preparación mecánica en una de sus concesiones.

El crecimiento de la extracción del manganeso se va consolidando, llegando a haber como productoras hasta siete provincias en 1868, de entre las cuales sigue destacando como mayor productora la provincia de Huelva. No obstante, será en este mismo año cuando se produzca una bajada de precios en el manganeso que provoque la disminución de extracciones, especialmente en Huelva y Oviedo, también influenciada la baja explotación por el expolio de los rebuscadores. Reseñable también que se forme una sociedad en Londres, *Compañía de Manganeso*, con el objeto de hacerse con minas de manganeso en España a través del arrendamiento o enajenación para la compraventa de minerales de manganeso.

El descenso en las explotaciones de minerales de manganeso se mantiene en el año siguiente, afectando ahora a las provincias de Almería y Burgos, en la cual ya sólo se explota una mina de manganeso, presentándose en esta provincia de manera irregular, dificultándose así su explotación y añadiéndose a los inconvenientes del transporte y la falta de buenas infraestructuras de comunicación. El inconveniente del transporte hace que la zona de explotación gallega deje de ser rentable y se paralice su actividad, y en Teruel la producción desciende a la mitad. Y en la provincia de Sevilla, sólo una mina explota la totalidad de la explotación.

En la provincia de Huelva, el mercado del manganeso es muy poco favorable, generando un descenso en el precio del mineral del 10 al 20%, provocando un notable descenso en la producción.

A pesar de esta situación generalizada en el territorio español, los criaderos de la provincia de Zaragoza van tomando más relevancia por el alto valor en la ley del mineral y la extensión de los yacimientos de manganeso.

Será a finales de esta década y principios de la siguiente cuando se vayan culminando el cierre o la no explotación de las minas de manganeso. Se produce primero el cierre de la única mina existente en Burgos, en Huelva la producción continúa disminuyendo por el bajo precio del mineral, al igual que en las provincias de Sevilla y Zaragoza. Sólo en Oviedo se mantiene la explotación o aumenta en el año 1870 por las características de los yacimientos y de las explotaciones.

En los años 1871 y 1872 se continua con la exportación de manganeso desde la provincia de Huelva, disminuyendo de nuevo la producción del mineral en Almería y contando la provincia de Sevilla con una única mina explotada.

Durante los años siguientes no se produce una explotación significativa de minerales de manganeso, obteniéndose cantidades mucho menos significativas, hasta llegar a la práctica totalidad del abandono de las minas de manganeso sobre el año 1884, coincidente con el desarrollo de esta minería en los Estados Unidos de América.

No será hasta 1895 cuando se empiece de nuevo a retomar la explotación de las minas de manganeso para la extracción del carbonato de manganeso, el cual empezaba a utilizarse para el acerado del hierro. Será este nuevo uso el que empiece de nuevo a incrementar la producción de manganeso en la provincia de Huelva hasta alzarse definitivamente en 1897, en la cual a parte de la propia extracción se toman datos de manera mucho más exhaustiva por el propio volumen, al contrario de lo que había sucedido en años anteriores. Durante estos años, la producción en el resto de las provincias sigue disminuyendo o parada, salvo en Teruel, donde por consumo del manganeso en la industria valenciana, su explotación se ve reforzada.

Este renacer de la minería de manganeso en la provincia de Huelva permanecerá hasta 1901 donde, a tenor de una nueva bajada de precio, el hecho que la mayor parte de las minas sean explotadas por pequeños propietarios o compañías menores y las reservas que tienen las industrias para el acerado del hierro, impide a las entidades concesionarias el resistir a estos períodos de depreciación.

El periodo de decadencia que sufre la minería de manganeso continúa a los largo del primer lustro del nuevo siglo, agravándose por el empobrecimiento de los criaderos y la disminución de la demanda, y limitándose, de manera general, a la explotación de los carbonatos. Este proceso de caída se ve incrementado por la incorporación de otros países al mercado del manganeso, ya que en España se sigue viendo sometido a los gravámenes provocados por la propia explotación, transporte y contribuciones directas e indirectas, lo que genera un precio no competitivo del mineral y su inviabilidad económica a la hora de explotarlo. En 1905 se intenta sostener la minería de manganeso, se solicita los minerales y se pagan a buen precio, incluso se negocia la reserva disponible y se rehabilitan minas que se habían considerado industrialmente agotadas, pero este intento se muestra infructuoso por la situación del propio mercado y de los propios criaderos, de menor calidad y cantidad.

La paralización o el cierre de la mayoría de las minas de la provincia de Huelva se llevará a cabo en 1908, continuando como inactivas prácticamente hasta 1912, donde, con una rebaja sobre los derechos de las explotaciones en las cuales la ley del mineral no supere el treinta por ciento, se opta por aprovechar aquellos minerales ya arrancados en las explotaciones que presentan alguna ventaja en el transporte y no requieren de trabajos extensos para su extracción.

Este tipo de explotación continuará durante los años siguientes, en los cuales se producirá una demanda considerable del mineral de manganeso en 1915, con la incorporación de empresas extranjeras y elevando el precio del material, pero sin que con ello se consiga volver al sistema de explotación anterior, manteniéndose la explotación residual provocada por la rebaja de los derechos. No se abren nuevas minas, sino que se reanudan los trabajos en yacimientos o criaderos previamente explotados. Este incremento de minas explotadas no tiene especial relevancia por el encarecimiento del precio de los fletes y la inseguridad en el transporte marítimo al producirse hundimientos por torpedos en los mercantes ante la situación de guerra de estos años, lo que merma la rentabilidad aunque el precio siga al alza.

El crecimiento paulatino del precio del mineral de manganeso, ayudado por la imposibilidad del mineral ruso de entrar en competencia en el mercado se

mantiene hasta el final de la guerra, cuando dicha finalización provoca una bajada en el precio del mineral e inestabilidad en el mercado, mermando la intensidad en el trabajo de extracción. Un mercado que se vuelve a abrir a las exportaciones de Rusia que tienen como destino Gran Bretaña y los Estados Unidos.

Será por tanto a partir de 1920 cuando la actividad comience de nuevo a bajar considerablemente pese a que el mercado internacional se reactive y se establezcan precios en función de la proporción de manganeso y el origen del mineral, no considerando comerciales a los minerales que contengan cantidades de manganeso inferiores al 45% para la metalurgia y un mínimo 5 al 45% de manganeso para los minerales ferromanganesos.

Estados Unidos se consolida como gran consumidor de este mineral pero opta por las exportaciones desde Rusia, Brasil o la India al presentar mejor calidad y sin derechos de aduanas.

La situación general en el mercado internacional hace en los precios sigan subiendo, lo cual provoca que se active de nuevo la extracción en 1924 en los municipios de Calañas y Zalamea la Real, solicitándose más registros en diferentes municipios de la provincia de Huelva. Aparentemente la producción comienza de nuevo a aumentar, haciéndose evidente con los datos de explotación en 1925 de yacimientos explotados con muy buenas condiciones.

La situación se torna estable y evidencia de ello son los trabajos de innovación en las minas, así como la inversión en las mismas para la incorporación de la electricidad y nuevos sistemas de carga que mejoran la productividad y permiten el estudio de nuevos criaderos, aunque en 1927 las condiciones del mercado provoquen una disminución en la extracción.

Internacionalmente se establecen como principales importadores de manganeso los países de Francia, Alemania, Bélgica, Estados Unidos e Inglaterra. Durante estos años las extracciones de manganeso se han ido reduciendo progresivamente y lo poco que se explota de mineral proviene de la provincia de Huelva. No existe demanda para aumentar la producción. Sólo en 1939 se aumenta algo la demanda a nivel nacional provocando que los criaderos se reactiven pero sin llegar a satisfacer las necesidades del mercado nacional, entre

otras causas por las situaciones de las explotaciones y la falta de preparación. Esto produce que al año siguiente, en Huelva, se produzca algo más por la demanda del manganeso al ser considerado de interés nacional por el Consejo Ordenador de Minerales de Interés Militar (COMEIN), provocando una mejor remuneración del mineral, creando una segunda década de crecimiento de la minería de manganeso en la década de 1940 a 1950. Intervención que viene promovida por el valor del manganeso en relación con la industria armamentística y la necesidad de un mayor control sobre este tipo de materias primas una vez acabada la segunda guerra mundial y la guerra civil española.

Es en los primeros años de la década, 1940 y 1941, cuando, bien por la poca ley del mineral o el bajo volumen extraído no se rinde al nivel de la demanda nacional y se mantiene la importación del mineral, importándose más de lo que se produce. La demanda aumenta tras la finalización del conflicto bélico para la reconstrucción de la nación y ante la presencia de nuevas dificultades para las importaciones.

El COMEIN intervendrá de manera directa en 1941, evitando el cierre de las fábricas de ferroaleaciones y facilitando o mejorando las comunicaciones o transporte desde boca mina hasta la zona de embarques, incentivando de igual modo la modernización en las instalaciones, adquiriendo además la producción íntegra del mineral de manganeso.

Entre las acciones que lleva a cabo el COMEIN hay que destacar el fomento de la mejora de las condiciones de los obreros, como la llegada de víveres, persiguiendo obtener un mejor rendimiento de los mismos; el inicio de las obras del ferrocarril y para la mejora de las instalaciones, encaminadas a la obtención de una mejor productividad, o la instalación de un lavadero de mineral en mina "La Joya" que se inaugurará en 1944, y la electrificación en varias explotaciones del municipio de Zalamea la Real.

Estas acciones provocan que la minería de manganeso nacional se vuelva a activar y disminuyan las importaciones, pero sin hacer que éstas desaparezcan, ya que para mejorar la ley del mineral se siguen importando para poder mezclarlo en el manganeso nacional y mejorar la riqueza.

La intervención del COMEIN provoca que a finales de 1942, en tan sólo un año, la producción sea creciente y que el ritmo de extracción, así como el de las factorías, sea bueno, planteándose como objetivos para el siguiente año la mejora de la calidad, limitándose a la aceptación de leyes superiores al 35%, y la mejora de las instalaciones mineras hasta conseguir el perfeccionamiento de las mismas. Estas intervenciones se centrarán en las minas de La Joya, Castillo de Palanco, Rocío y Barranco del Toro, minas con las mejores leyes del mineral, todas en la provincia de Huelva.

Será a partir de 1945 donde, a pesar de no verse afectado el rendimiento de las fábricas, se comience a disminuir en el rendimiento de las minas. Frente a esta minoración de productividad se mantiene el nivel de importaciones de mineral, provenientes principalmente ahora desde Portugal y Angola. Esta trayectoria en los niveles de producción continuará hasta la conclusión de la década, donde a partir de entonces la decadencia de la minería de manganeso será constante sin poder destacar ningún otro período relevante sobre la misma hasta la actualidad.

SOLICITUDES, REGISTROS Y CONCESIONES

La primera reglamentación minera data de 1559, siendo Don Felipe II el que dicta las Ordenanzas Antiguas, conocidas como Pragmáticas de Valladolid, que han ido evolucionando hasta que en el 19 de julio de 1944 se desarrolla la primera Ley de Minas como tal, la cual establece novedades importantes para la época, como son la incorporación de los impuestos especiales, canon de producción y canon de superficie, o el establecimiento de la Pertenencia Minera como superficie para definición de la explotación, con una geometría cuadrada y dimensiones de 100m de lado y las cuales estarán orientadas con precisión al norte verdadero.

Las incorporaciones que se producen en la Ley del 44 inciden significativamente tanto en la producción, por la aplicación de los cánones, así como en la tramitación administrativa, ya que será a partir de ahora cuando se puedan identificar en las diferentes explotaciones su localización geográfica y su extensión.

Se hace necesario recordar que antes de la aplicación de esta ley, el registro documental del que se tiene constancia se limita a la entrega de una solicitud de registro minero, ya que no había exigencia o especificación de tramitación administrativa para tal efecto. En dicho registro minero tan sólo solía constar el nombre del titular de la explotación y la identificación de la mina, y en algunos casos, una localización aproximada de la misma, como así ocurre con los primeros registros de los que se tiene constancia entorno al año 1824.

La documentación de las explotaciones mineras se hizo más evidente y significativa con la creación en 1861 de las Estadísticas Mineras Anuales, publicadas por la Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, permitiendo un seguimiento sobre las explotaciones, pero quedando algo limitado en cuanto a la veracidad de la cantidad real de mineral explotado.

Es esta misma Ley es la que intenta solucionar estos vacíos con la aparición de la figura de la Concesión de Explotación, documento administrativo vinculado a las pertenencias mineras solicitadas y sobre las cuales se permite la extracción

de minerales específicos, pero sin llegar a delimitar el tiempo de la propia concesión para la explotación.


Será la Ley de Minas de 1973 la que establezca el período de vigencia de las concesiones de explotación, limitándolas a treinta años, renovables hasta un máximo de noventa años. Es en esta misma Ley donde se define la Cuadrícula Minera, como el rectángulo comprendido entre dos meridianos y dos paralelos separados veinte segundos, pasando por lo tanto de Pertenencia Minera a coordenadas geográficas, permitiendo así una localización exacta de las explotaciones. Siguiendo vigente esta Ley hasta nuestros días.


INVENTARIO HISTÓRICO DE LAS PRINCIPALES MINAS DE MANGANESO EN LA PROVINCIA DE HUELVA

Se presenta a continuación una relación de fichas en las cuales se han inventariado hasta un total de 159 minas dedicadas a la extracción de manganeso en la provincia de Huelva.

Cada una de las minas inventariadas se identifican en las fichas que se acompañan, donde aparece, además del nombre de la mina, el municipio y paraje donde se ubican, así como el tipo de labores que se realizaban para la extracción del mineral, la localización geográfica de la explotación, a través de coordenadas geográficas en el sistema UTM-30-ED50 y una imagen aérea de la zona.

La realización de este inventario es un compendio que parte de la publicación Cartografía de Recursos Minerales de Andalucía de 2011, completándolo con otra serie de explotaciones que aparecen relacionadas en las hojas del Mapa Geológico de España correspondiente, así como lo expuesto en las publicaciones de José Messeguer (1950), Gonzalo y Tarín (1888) y Pinedo Vara (1963).

Número:	<input type="text" value="MN-001"/>		
Mina:	<input type="text" value="Santa Catalina"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Granado"/>	Paraje:	<input type="text" value="Santa Catalina"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="103004"/>	Y: <input type="text" value="4164407"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-002"/>		
Mina:	<input type="text" value="Conde"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Granado"/>	Paraje:	<input type="text" value="Santa Catalina"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="103975"/>	Y: <input type="text" value="4163742"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-003		
Mina:	Norte del Castillo de Sanlúcar de Gadiana		
Municipio:	Sanlúcar Gadiana	Paraje:	Egido
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 105562	Y: 4157478
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-004		
Mina:	Oeste Valle de la Sepultura		
Municipio:	Sanlúcar Gadiana	Paraje:	Valle de la Sepultura
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 105996	Y: 4157435
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: ED50 UTM30

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:


Municipio: Paraje:

Coordenadas: ED50 UTM30


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:





Número:	<input type="text" value="MN-007"/>		
Mina:	<input type="text" value="San Rafael"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Almendro"/>	Paraje:	<input type="text" value="Chaparri"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="111130"/>	Y: <input type="text" value="4168514"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-008"/>		
Mina:	<input type="text" value="San Sebastián"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Granado"/>	Paraje:	<input type="text" value="Corte de Medina"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="112566"/>	Y: <input type="text" value="4161697"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-009"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Peña"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Almendro"/>	Paraje:	<input type="text" value="Chaparri"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="112835"/>	Y: <input type="text" value="4170763"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-010"/>		
Mina:	<input type="text" value="Alquería de la Vaca"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Casitas"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="113715"/>	Y: <input type="text" value="4178696"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

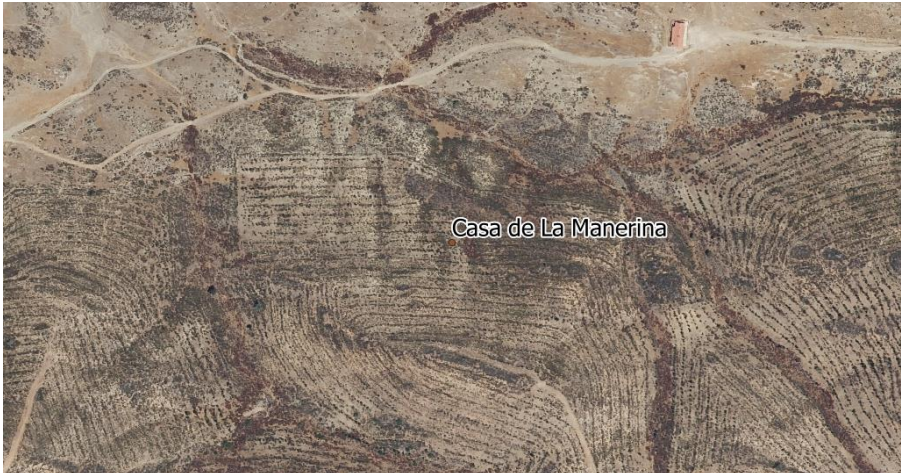
Número:	<input type="text" value="MN-011"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Membrilla"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Almendro"/>	Paraje:	<input type="text" value="Bar Blas"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="114777"/>	Y: <input type="text" value="4171000"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-012"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Pulidos"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cabezo San Roque"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="115332"/>	Y: <input type="text" value="4171818"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-013"/>		
Mina:	<input type="text" value="Las Palomas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Corte Niñero"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="116176"/>	Y: <input type="text" value="4172210"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-014"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cabezo del Olivar"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cabezo Olivar"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="117770"/>	Y: <input type="text" value="4172595"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="Mn-015"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Codiciada o la Providencia"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cabezo del Olivar"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="117364"/>	Y: <input type="text" value="4171896"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="Mn-016"/>		
Mina:	<input type="text" value="Casa de la Manerina"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Baldío"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="116491"/>	Y: <input type="text" value="4175808"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-017"/>		
Mina:	<input type="text" value="San Matías"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Granado"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Cabeza del Buey"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="117542"/>	Y: <input type="text" value="4160878"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-018"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cercos o Cumbres de Chole"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Dehesa Tamujoso"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="119714"/>	Y: <input type="text" value="4176003"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-019		
Mina:	Cabezo de Hambradero		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	Cabezo Hambradero
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 121212	Y: 4171190
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Cabezo del Hombradero</p>			

Número:	MN-020		
Mina:	De Los Ángeles		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	Cerro Buitres
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 122350	Y: 4179065
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Mina de Los Ángeles</p>			

Número:	<input type="text" value="Mn-021"/>		
Mina:	<input type="text" value="Barranco de la Fuente"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Madronas"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="124068"/>	Y: <input type="text" value="4171910"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="Mn-022"/>		
Mina:	<input type="text" value="Albertín"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="Dehesilla"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="125401"/>	Y: <input type="text" value="415681"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-023		
Mina:	La Matutera		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	El Esparragal
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 126080	Y: 4178706
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-024		
Mina:	Casita el Bueno		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	El Norio
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 126530	Y: 4176208
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-025"/>		
Mina:	<input type="text" value="Charco del Fraile o Casa de la Huerta del Tenorio"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Charco del Fraile"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="126214"/>	Y: <input type="text" value="4173609"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Charco del Fraile o Casa de la Huerta del Tenorio</p>			

Número:	<input type="text" value="MN-026"/>		
Mina:	<input type="text" value="Fuente del Cagajón"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Pedreras"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="127354"/>	Y: <input type="text" value="4173325"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Fuente del Cagajón</p>			

Número:	<input type="text" value="MN-027"/>		
Mina:	<input type="text" value="Del Pepito"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Cortesillas"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="129731"/>	Y: <input type="text" value="4173374"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-028"/>		
Mina:	<input type="text" value="La choza"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Cortesillas"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="130983"/>	Y: <input type="text" value="4173324"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-029		
Mina:	Campo del Moro		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	Campo del Moro
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 131565	Y: 4173638
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-030		
Mina:	Cortijo de los Amantes		
Municipio:	Alosno	Paraje:	Lagunazo
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 132049	Y: 4172894
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-031"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Lirios"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Esparragal"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="127457"/>	Y: <input type="text" value="4180313"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-032"/>		
Mina:	<input type="text" value="Carril o Gozala"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="Gozala"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="129455"/>	Y: <input type="text" value="4156273"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-033"/>		
Mina:	<input type="text" value="Del Toro"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="EL Toro"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="129587"/>	Y: <input type="text" value="4179720"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-034"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Novia"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Duque"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="109378"/>	Y: <input type="text" value="4175230"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-035		
Mina:	Obispo		
Municipio:	Villanueva Castillejos	Paraje:	Obispo
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 133805	Y: 4155333
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-036		
Mina:	Casa de la Cortijilla		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	Las Cortesillas
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 130661	Y: 4173164
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-037		
Mina:	Huerto del Tejar		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	Los Amarguillos
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 131419	Y: 4171530
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-038		
Mina:	Lagunazo		
Municipio:	Alosno	Paraje:	Campillo
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: 133282	Y: 4171621
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: ED50 UTM30

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: ED50 UTM30


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:





Número:	<input type="text" value="MN-041"/>		
Mina:	<input type="text" value="Julian"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Majadal"/>
Coordenadas:	ED50 UTM30	X: <input type="text" value="138596"/>	Y: <input type="text" value="4171251"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-042"/>		
Mina:	<input type="text" value="Las Culebras"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="Culebras"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="134935"/>	Y: <input type="text" value="4170412"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-043		
Mina:	Las Minetas		
Municipio:	Cabezas Rubias	Paraje:	La Contenida
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 135728	Y: 4178628
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-044		
Mina:	Cascabelero		
Municipio:	Cerro de Andévalo	Paraje:	La Puerca
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 137012	Y: 4172684
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-045"/>		
Mina:	<input type="text" value="Tejonera"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Becerrita"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="137413"/>	Y: <input type="text" value="4158012"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-046"/>		
Mina:	<input type="text" value="Arroyo de las Bramillas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="San Bartolomé"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="137376"/>	Y: <input type="text" value="4162229"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

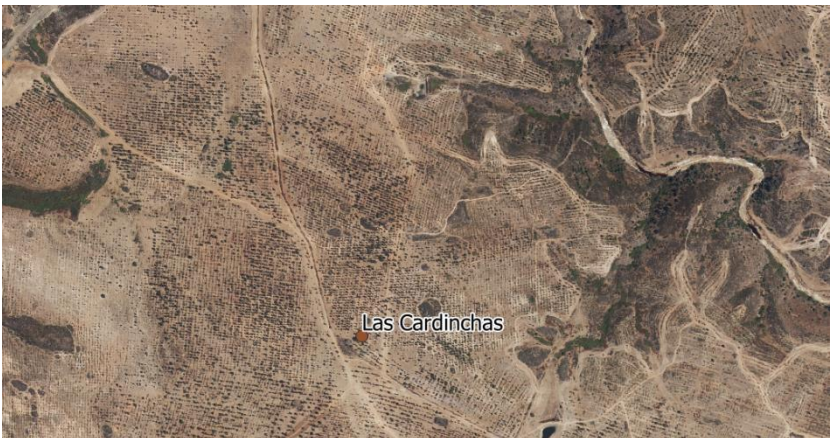
Número:	<input type="text" value="MN-047"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Guijos"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Guijos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="138408"/>	Y: <input type="text" value="4160006"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-048"/>		
Mina:	<input type="text" value="Herculano"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Chatos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="139071"/>	Y: <input type="text" value="4177722"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-049"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Romeral o Herculano"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Macares"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="139663"/>	Y: <input type="text" value="4174905"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-050"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Rivera"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Golondrina"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="138867"/>	Y: <input type="text" value="4166869"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-051		
Mina:	Nuestra Señora del Pilar		
Municipio:	Alosno	Paraje:	La Golondrina
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 139314	Y: 4166018
Labores	<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

Número:	MN-052		
Mina:	Las Cardinchas		
Municipio:	Alosno	Paraje:	Valfrío
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 142089	Y: 4166111
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Casa Huerta de Siete Barrios o Mina Virgen María

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:


Coordenadas: UTM30 ED50


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:




Mina El Chaparral


Número:	<input type="text" value="MN-055"/>		
Mina:	<input type="text" value="Juré"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="Juré"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="138833"/>	Y: <input type="text" value="4165236"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-056"/>		
Mina:	<input type="text" value="Hacienda de San Antonio"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="Colada"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="137290"/>	Y: <input type="text" value="4164963"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-057"/>		
Mina:	<input type="text" value="Norte de Alosno"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="Ricobaco"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="136357"/>	Y: <input type="text" value="4164802"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-058"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Minguete"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Minguete"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="143499"/>	Y: <input type="text" value="4178714"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-059"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Cumbre"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Cruces"/>	Paraje:	<input type="text" value="Santa María"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="143613"/>	Y: <input type="text" value="4172986"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-060"/>		
Mina:	<input type="text" value="Torrechantre"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Cruces"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cumbres"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="144894"/>	Y: <input type="text" value="4172783"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	MN-061		
Mina:	El Ángel		
Municipio:	Cerro de Andévalo	Paraje:	Aviones
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 148086	Y: 4183905
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-062		
Mina:	Los Dos o Guerra		
Municipio:	Cerro de Andévalo	Paraje:	El Cobico
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 146259	Y: 4183119
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-063"/>		
Mina:	<input type="text" value="Loma corralejo"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Sepultura"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="143148"/>	Y: <input type="text" value="4182165"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-064"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Abandonada"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Aroche"/>	Paraje:	<input type="text" value="Monte Blanco"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="147406"/>	Y: <input type="text" value="4212601"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-065"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Calamorros"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="Río Oraque"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="147705"/>	Y: <input type="text" value="4164588"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-066"/>		
Mina:	<input type="text" value="Santa Elena y La Fe"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Cruces"/>	Paraje:	<input type="text" value="Acebuchosa"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="148408"/>	Y: <input type="text" value="4169850"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-067"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Venteros"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Veredas"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="148779"/>	Y: <input type="text" value="4180640"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-068"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Bodegón"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Picota"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="149582"/>	Y: <input type="text" value="4183769"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-069"/>		
Mina:	<input type="text" value="Barranco Tamujoso"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Aguijón"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="150033"/>	Y: <input type="text" value="4172896"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-070"/>		
Mina:	<input type="text" value="Del Águila"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Rodeo Gitano"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="151359"/>	Y: <input type="text" value="4172540"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

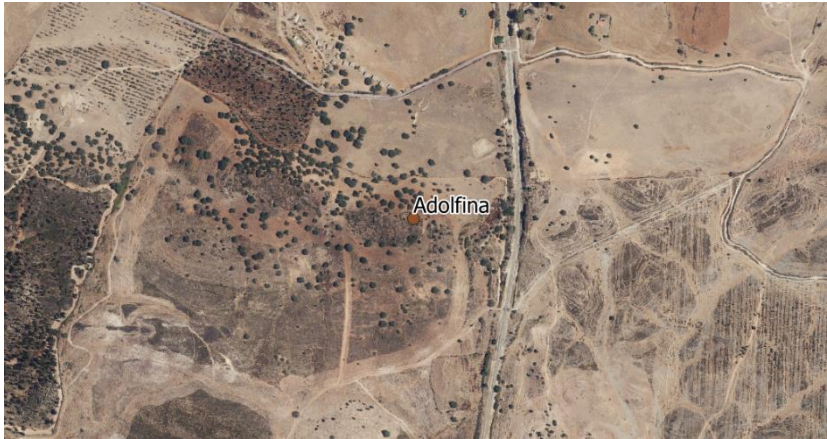
Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta


Imagen aérea:




Número:	<input type="text" value="MN-073"/>		
Mina:	<input type="text" value="Adolfina"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Encantadilla"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="153780"/>	Y: <input type="text" value="4166797"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-074"/>		
Mina:	<input type="text" value="Piedras Albas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Milanos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="154914"/>	Y: <input type="text" value="4167276"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-075"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cicerón – Peñas Rubias"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Cerro de Andévalo"/>	Paraje:	<input type="text" value="Bujarda"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="154292"/>	Y: <input type="text" value="4188693"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-076"/>		
Mina:	<input type="text" value="Judío y Cruz del Viso"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Manuel Márquez"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="155874"/>	Y: <input type="text" value="4172396"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-077"/>		
Mina:	<input type="text" value="Pancho y Santiago"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Fuente el León"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="158234"/>	Y: <input type="text" value="4175259"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-078"/>		
Mina:	<input type="text" value="San José o Tallisca y Zaida"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Liseda"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="155427"/>	Y: <input type="text" value="4176071"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:	<input type="text" value="MN-081"/>		
Mina:	<input type="text" value="Los Dos"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Peña Gorda"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="157056"/>	Y: <input type="text" value="4174878"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-082"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Morante, Salvadora y Sanatorio"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cabezo del Morante"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="159223"/>	Y: <input type="text" value="4174253"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-083		
Mina:	España		
Municipio:	Calañas	Paraje:	La Cerecilla
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 158931	Y: 4173690
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-084		
Mina:	Rodrigana o Santo Domingo y El Gato		
Municipio:	Calañas	Paraje:	La Bobladea
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 156628	Y: 4174299
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:


Municipio: Paraje:


Coordenadas: UTM30 ED50


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



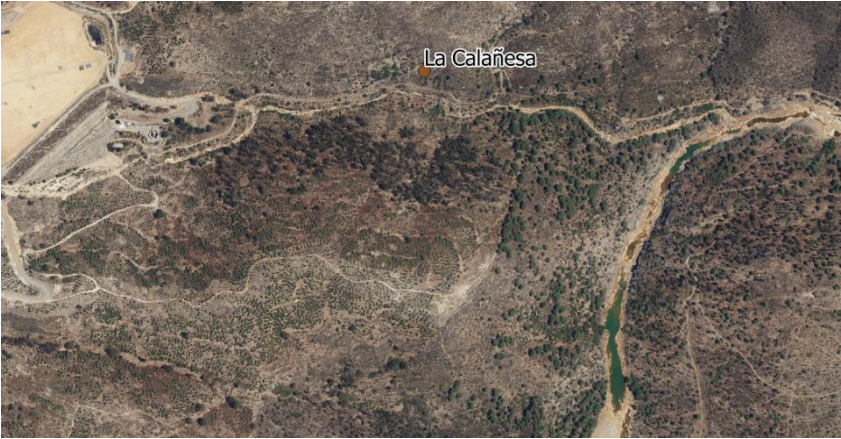
Número:	<input type="text" value="MN-087"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Salada"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Aroche"/>	Paraje:	<input type="text" value="Galindo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="160323"/>	Y: <input type="text" value="4209911"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-088"/>		
Mina:	<input type="text" value="Geraldo o Los Mellizos"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="El campanario"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="160889"/>	Y: <input type="text" value="4162842"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-089"/>		
Mina:	<input type="text" value="Maicoja"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Almonaster la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Lomas Aterrados"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="161089"/>	Y: <input type="text" value="4185989"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-090"/>		
Mina:	<input type="text" value="Mojarra"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cumbre Galán"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="161878"/>	Y: <input type="text" value="4163240"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	MN-091		
Mina:	El Asperón o Naranjito		
Municipio:	Calañas	Paraje:	Los Borrachos
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 161564	Y: 4172598
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	MN-092		
Mina:	La Calañesa		
Municipio:	Calañas	Paraje:	Viudas y Correillas
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 162155	Y: 4172430
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-093"/>		
Mina:	<input type="text" value="Peñas Pardas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Sotiel Coronada"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="162712"/>	Y: <input type="text" value="4172595"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-094"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Morita"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Tinto"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="163361"/>	Y: <input type="text" value="4172613"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-095"/>		
Mina:	<input type="text" value="Registros del Cuervo"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Matuloso"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="163697"/>	Y: <input type="text" value="4174578"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Registros del Cuervo</p>			

Número:	<input type="text" value="MN-096"/>		
Mina:	<input type="text" value="Registros de Casa Alamillo"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Alamillo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="165240"/>	Y: <input type="text" value="4174088"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
 <p>Registros de Casa del Alamillo</p>			

Número:	<input type="text" value="MN-097"/>		
Mina:	<input type="text" value="Peña del Hierro"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Coto del Boticario"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="167208"/>	Y: <input type="text" value="4164564"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-098"/>		
Mina:	<input type="text" value="Socavón de la Fuente Blanca"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Sierrecilla"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="169467"/>	Y: <input type="text" value="4163978"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

Municipio: Paraje:


Coordenadas: UTM30 ED50


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:	<input type="text" value="MN-101"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Monje"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Carrasco"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="163275"/>	Y: <input type="text" value="4163993"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-102"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Cuervo o Preciosa"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Carrasco de D. Juan"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="163923"/>	Y: <input type="text" value="4165105"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-103		
Mina:	Huertos del Pelado o Huertos Pelaos		
Municipio:	Valverde del Camino	Paraje:	Coto el Cuco
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 164055	Y: 4166536
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-104		
Mina:	Cabezo del Mauro		
Municipio:	Valverde del Camino	Paraje:	Los Campillos
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 164583	Y: 4167901
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

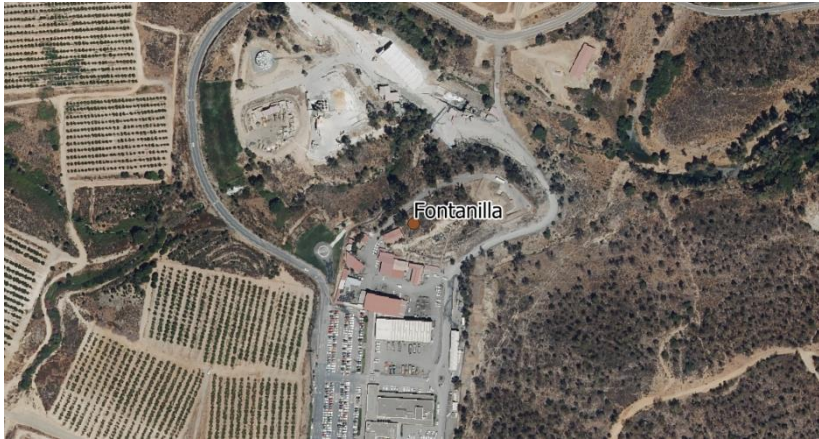
Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

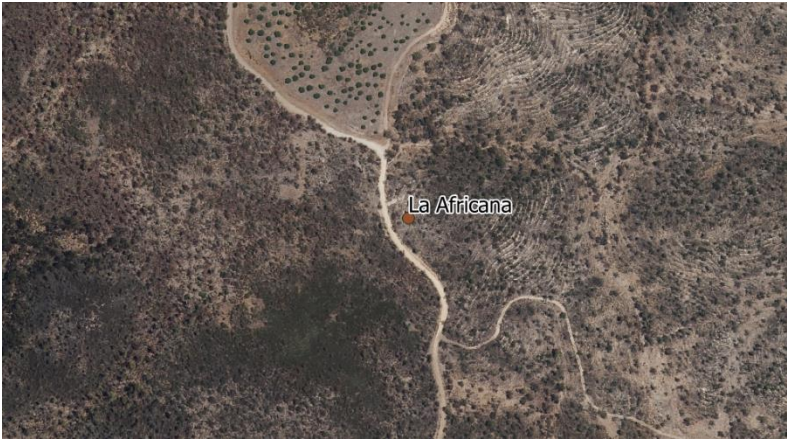
Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:	<input type="text" value="MN-107"/>		
Mina:	<input type="text" value="La Africana"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Almonaster la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Maltravieso"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="166604"/>	Y: <input type="text" value="4186888"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-108"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cabezo de la Minilla"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Gamonosa"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="165799"/>	Y: <input type="text" value="4159308"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:

Mina:


Municipio: Paraje:


Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:	<input type="text" value="MN-113"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Piñón"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Castaño"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="169926"/>	Y: <input type="text" value="4157264"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-114"/>		
Mina:	<input type="text" value="Las Cabrillas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="La Nava"/>	Paraje:	<input type="text" value="Valle la Gorda"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="171977"/>	Y: <input type="text" value="4208657"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-115"/>		
Mina:	<input type="text" value="Casajera"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Guijarro"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="173074"/>	Y: <input type="text" value="4164078"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-116"/>		
Mina:	<input type="text" value="Santa Bárbara o Los Enjambres"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Almonaster la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Mina Concepción"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="174296"/>	Y: <input type="text" value="4187201"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:

Mina:

Municipio: Paraje:


Coordenadas: UTM30 ED50


Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta


Imagen aérea:




Número:	<input type="text" value="MN-119"/>		
Mina:	<input type="text" value="Oriente"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Palancos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175080"/>	Y: <input type="text" value="4170348"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-120"/>		
Mina:	<input type="text" value="Valle Redondo"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Berrocales"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175222"/>	Y: <input type="text" value="4175624"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-121"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cabezo de la Minilla"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Niebla"/>	Paraje:	<input type="text" value="Barrancoso"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175396"/>	Y: <input type="text" value="4155687"/>
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			


Número:	<input type="text" value="MN-122"/>		
Mina:	<input type="text" value="Postelera"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Vaquillo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="174242"/>	Y: <input type="text" value="4173159"/>
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			


Número:	MN-123		
Mina:	Aurora		
Municipio:	Zalamea la Real	Paraje:	Corchito
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 179361	Y: 4172771
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-124		
Mina:	Guadiana		
Municipio:	Zalamea la Real	Paraje:	Guadiana
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 175260	Y: 4171901
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-125"/>		
Mina:	<input type="text" value="Polanco o Palanco"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Palanco"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175647"/>	Y: <input type="text" value="4171841"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-126"/>		
Mina:	<input type="text" value="San José"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Tintillo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="176212"/>	Y: <input type="text" value="4171579"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-127"/>		
Mina:	<input type="text" value="Solana del Pelao"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Niebla"/>	Paraje:	<input type="text" value="Algaidillas"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="177529"/>	Y: <input type="text" value="4157837"/>
Labores <input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-128"/>		
Mina:	<input type="text" value="Registros de la Poderosa"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Campillo"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Poderosa"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="177531"/>	Y: <input type="text" value="4184331"/>
Labores <input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-129"/>		
Mina:	<input type="text" value="Grupo Cobullos"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Campofrío"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cerro de Cabullos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="179326"/>	Y: <input type="text" value="4184947"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-130"/>		
Mina:	<input type="text" value="Las Llanas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="El Campillo"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Torno"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="180203"/>	Y: <input type="text" value="4180649"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:	<input type="text" value="MN-133"/>		
Mina:	<input type="text" value="Puerta Alegre"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Minas de Riotinto"/>	Paraje:	<input type="text" value="Boñigueros"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="185319"/>	Y: <input type="text" value="4180855"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-134"/>		
Mina:	<input type="text" value="Pepito"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Nerva"/>	Paraje:	<input type="text" value="Cañada de la Chapa"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="187919"/>	Y: <input type="text" value="4180881"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-135"/>		
Mina:	<input type="text" value="Peña del Águila"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Nerva"/>	Paraje:	<input type="text" value="Peña del Águila"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="188952"/>	Y: <input type="text" value="4178864"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-136"/>		
Mina:	<input type="text" value="Registro al Este del Dique de Campofrío"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Campofrío"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Cuchillares"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="186858"/>	Y: <input type="text" value="4183571"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:

Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:




Número:	<input type="text" value="MN-139"/>		
Mina:	<input type="text" value="San Francisco"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Alosno"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Peñita"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="135750"/>	Y: <input type="text" value="4172000"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-140"/>		
Mina:	<input type="text" value="Nuestra Señora del Pilar"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Milanos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="154800"/>	Y: <input type="text" value="4167250"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-141"/>		
Mina:	<input type="text" value="Oriente"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="Palancos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175150"/>	Y: <input type="text" value="4170450"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-142"/>		
Mina:	<input type="text" value="Dos Amigos o Covadonga"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Campofrío"/>	Paraje:	<input type="text" value="Los Moscos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="180800"/>	Y: <input type="text" value="4184750"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-143		
Mina:	El Cura		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	El Coto
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 121500	Y: 4179150
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

Número:	MN-144		
Mina:	Los Linos		
Municipio:	Puebla de Guzmán	Paraje:	El Esparragal
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 127450	Y: 4180300
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			


Número:	<input type="text" value="MN-145"/>		
Mina:	<input type="text" value="Alcornocal"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="Alcornocal"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="119600"/>	Y: <input type="text" value="4159400"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-146"/>		
Mina:	<input type="text" value="Valle Bueno"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="Coto de los Naranjos"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="154300"/>	Y: <input type="text" value="4162050"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-147"/>		
Mina:	<input type="text" value="Campanario"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="Campanario"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="162100"/>	Y: <input type="text" value="4162000"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-148"/>		
Mina:	<input type="text" value="Descamisada"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Valverde del Camino"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Campanario"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="160900"/>	Y: <input type="text" value="4162800"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-149"/>		
Mina:	<input type="text" value="El Cuerno"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="La Murtilla"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="163700"/>	Y: <input type="text" value="4174050"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-150"/>		
Mina:	<input type="text" value="Cortijo Ciriaco"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Zalamea la Real"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Vaquillo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="175900"/>	Y: <input type="text" value="4173600"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:



Número:


Mina:

Municipio: Paraje:

Coordenadas: UTM30 ED50

Labores
 A cielo abierto Subterránea Mixta

Imagen aérea:




Número:	<input type="text" value="MN-153"/>		
Mina:	<input type="text" value="San Fernando"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Las Casitas"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="114350"/>	Y: <input type="text" value="4178250"/>
Labores			
<input checked="" type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			


Número:	<input type="text" value="MN-154"/>		
Mina:	<input type="text" value="Segura"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Villanueva Castillejos"/>	Paraje:	<input type="text" value="Obispo"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="133250"/>	Y: <input type="text" value="4155750"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-155"/>		
Mina:	<input type="text" value="Peñas Campanas"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Calañas"/>	Paraje:	<input type="text" value="El Majadal"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="156800"/>	Y: <input type="text" value="4173900"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	<input type="text" value="MN-156"/>		
Mina:	<input type="text" value="Charco del Molino"/>		
Municipio:	<input type="text" value="Puebla de Guzmán"/>	Paraje:	<input type="text" value="Dehesa"/>
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: <input type="text" value="122850"/>	Y: <input type="text" value="4175300"/>
Labores			
<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta			
Imagen aérea:			
			

Número:	MN-157		
Mina:	Piedras Negras		
Municipio:	Villanueva Castillejos	Paraje:	Las Vegas
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 123750	Y: 4157300
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

Número:	MN-158		
Mina:	Juana y María		
Municipio:	Alosno	Paraje:	Marco del Gitano
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 138950	Y: 4164050
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

Número:	MN-159		
Mina:	Josefa		
Municipio:	Cerro Andévalo	Paraje:	Madroñal
Coordenadas:	UTM30 ED50	X: 143250	Y: 4182550
Labores	<input type="checkbox"/> A cielo abierto <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Mixta		
Imagen aérea:			

En la provincia de Huelva, como se comprueba con el inventariado de las minas expuestas y queda reflejado en el siguiente gráfico, la mayor parte de las minas dedicadas a la extracción de manganeso se encontraban en los municipios de La Puebla de Guzmán, seguida por Calañas, Alosno y Zalamea la Real.

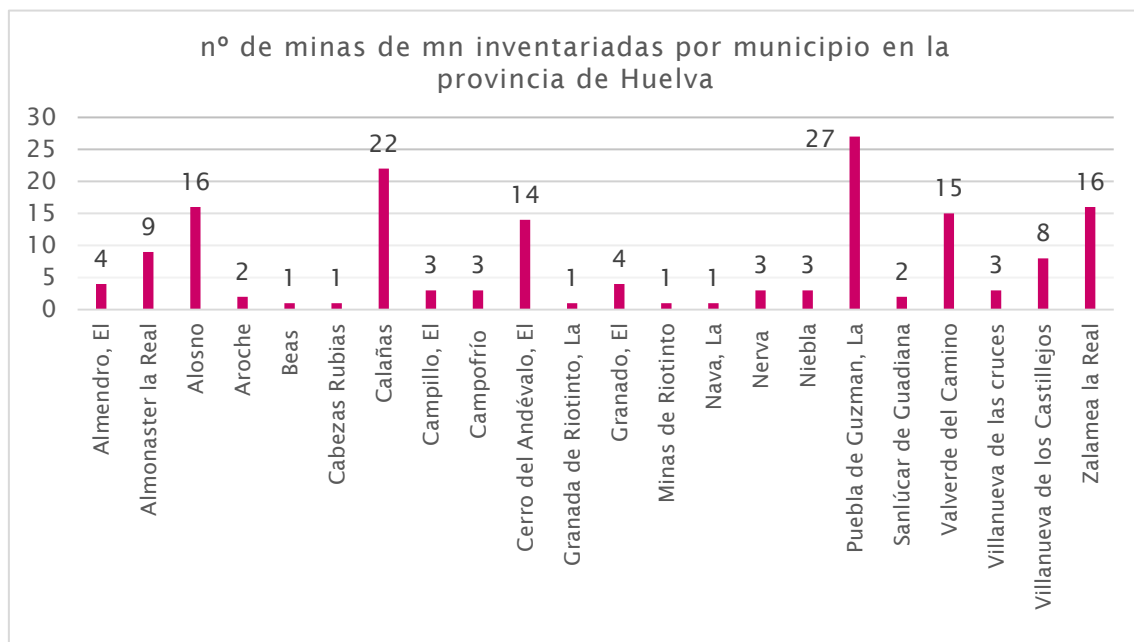


Figura 13: número de minas inventariadas por municipio en la provincia de Huelva.

CAPÍTULO IV

PRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En España, la minería de manganeso ha tenido en la provincia de Huelva su mayor exponente, siendo ésta la provincia que ha contado con más explotaciones dedicadas a la extracción de minerales de manganeso.

El inicio de las explotaciones de este mineral se puede documentar desde 1828, año en el cual se registra como concesión minera la mina de Santa Elena (Ferrero, 2000), considerada como la primera explotación de manganeso de la que se tiene constancia administrativa.

Sin embargo, la producción queda documentada a partir de 1862 si atendemos al registro de las estadísticas del comercio exterior y entorno al 1890 si acudimos a las estadísticas mineras o al archivo histórico del puerto de Huelva, aunque Gonzalo y Tarín (1888), en su Descripción Física, Geológica y Minera de la Provincia de Huelva, la inicia en 1858 con dos minas en el término de Villanueva de los Castillejos.

A principios de 1870 se cuentan ya en la provincia de Huelva con trescientas concesiones de explotación de manganeso, aunque no todas estaban en actividad. Durante esta época, los datos de extracción de mineral aparecen menospreciados, ya que los titulares no eran exhaustivos a la hora de facilitar los datos del material extraído o las actividades productivas llevadas a cabo.

En 1872 se contabilizan 60 minas extractoras de manganeso, que se reducen a dos en el año 1878. Este descenso en el número de las minas activas viene motivado por el agotamiento de los nichos superficiales y una menor demanda del propio material.

El precio que se pagaba por el material a pie de explotación se mantiene bajo y merma el crecimiento de la minería desde el año 1861 hasta el 1881, donde el precio se empieza a recuperar incrementándose entorno al 85% y pasando de 17 a 32 pesetas por tonelada. Este precio se mantendrá tan sólo dos años, cayendo de nuevo por debajo del precio inicial, lo cual provoca que en 1889 sólo se mantengan en funcionamiento aquellas minas que tengan un fácil acceso al

transporte del mineral, ya sea por cercanía a los ferrocarriles o a los viarios más consolidados.

TIPO DE EXPLOTACIÓN

Para entender que la extracción del manganeso fuera principalmente superficial hay que tener en cuenta que el sistema de explotación que se llevaba a cabo principalmente era el de comprometer el aprovechamiento de los criaderos de mineral para obtener un capital inicial, evitando así el adelantar un capital para la explotación que, por otro lado, era bastante escaso en la provincia con respecto al resto de España. Por ello, todos los trabajos de extracción son superficiales, tendentes a la obtención del mineral a partir del menor coste posible, limitando por tanto los grandes trabajos de explotación o la profundización de los mismos. Evidentemente, esta condición influye de manera negativa en la seguridad de las explotaciones, ya que no se dedicaría capital alguno a la seguridad de la mina o evitar su ruina.

En los primeros años de explotación de manganeso se considera que estos minerales aparecen en yacimientos irregulares y ramificados que generan criaderos de manganeso junto a arcillas y al óxido férrico, normalmente acompañados de jaspe en forma de crestones coincidentes con la estratificación del terreno. Estos criaderos que son los que primero fueron explotados aparecen superficialmente, aflorando indicios sobre la superficie del contenido de manganeso.

Ocurre también que a lo largo de explotaciones de cobre se presentan criaderos manganesíferos de cierta relevancia y de mismas características que el yacimiento cúprico original. De inversa manera, en explotaciones manganesíferas se acabó descubriendo yacimientos cúpricos, como ocurrió en mina del El Granado en el año 1864.

En la mayor parte de los yacimientos iniciales que se fueron explotando y en las que se realizaron labores o trabajos de estudio se asocia al manganeso a criaderos alargados escalonados según la estratigrafía ya mencionada conectándose entre ellos a través de finas vetas que servían para la continuación de las extracciones del mineral. No obstante, estas operaciones o aplicaciones de los principios del laboreo no era lo usual, ya que en la mayoría de las minas

no se usaba un método determinado, generando un sistema de extracción irregular y azarosa, conduciendo en muchos casos a la ruina de las minas o dificultar su propia explotación y aprovechamiento. Este tipo de actuaciones vienen provocada por la intención de, a priori, rentabilizar al máximo la mina, sobre todo en la etapa inicial por falta de aporte económico, o por la falta de profesión o conocimientos de los responsables. Eran minas, en general, de poca importancia y efímera en tiempo, sin técnico competente relacionado con la explotación y sin exigencia, por parte de la autoridad competente, de título o certificado que asegurara la capacitación del personal a cargo de la mina. Al menos hasta el año 1865.

Será en años posteriores cuando este tipo de explotaciones pase de considerarse irregulares y de criaderos aislados y escaso volumen de mineral a yacimientos de regularidad y con gran potencial de producción, comparándolos con los ya más explotados y conocidos yacimientos de cobre de la zona, si bien, pueden presentarse de diferentes formas según la distribución del mineral, pudiendo presentarse en paralelo a las caras de la caja que lo contenga o de manera lenticular principalmente. Y condicionan la producción rentable del yacimiento completo a la necesidad de la realización de labores de investigación y preparación.

ESTUDIO PORMENORIZADO DE LOS PERIODOS DE PRODUCCIÓN

PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 1860 Y 1886

El periodo inicial de la minería de manganeso en España presenta una tendencia similar a la de la minería general del país, si bien, aunque Huelva se presenta de manera análoga al resto de España con respecto a la producción global de minerales, en la minería de manganeso se presenta como la principal productora.

De manera más visual, se puede entender que la tendencia de la minería en Huelva se desarrolla de manera paralela a la producción general de la industria minera estatal, aportando entre el trece y el cuarenta por ciento del mineral total producido en el territorio nacional.

El máximo aporte de la provincia al estado se produce en el curso de 1880, año en el cual se supera el 22% de aporte total.

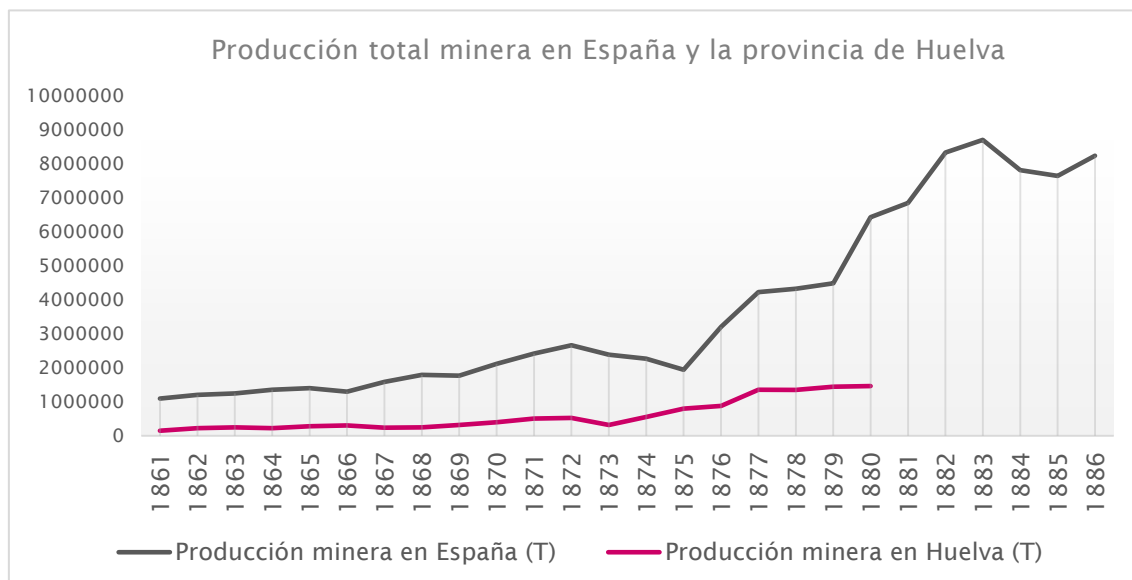


Figura 14: Producción total minera en España y la provincia de Huelva.

A lo largo de este primer periodo, la ley del mineral en el manganeso producido en los primeros años de este periodo oscila entre 91% de los extraídos en algunas minas de los municipios de Calañas, Zalamea la Real, Alosno y alguna otra explotación de la zona del Cerro y el 65% de lo extraído en El Granado, pasando por los generales 75-80% de los minerales provenientes de Calañas y Zalamea.

Se cuenta además con el inconveniente o la dificultad de las comunicaciones viarias de los yacimientos, lo cual hace desistir, por el alto coste del transporte del material y el bajo precio de venta del mineral, de las explotaciones de nuevos filones.

En el desarrollo normal de la minería de manganeso, se produce un salto en el año 1866, en el cual se genera un incremento del 40% de la producción con respecto al año anterior. Este crecimiento, fuera de la inercia de la propia minería, no es real de manera exhaustiva, sino que se ha visto incrementado por la venta de minerales ya extraídos en épocas anteriores y que han encontrado salida en este momento por bajar la exigencia en la ley del mineral por parte de las factorías. Hay que recordar que anteriormente, la demanda era inferior a la demanda, lo cual daba oportunidad a las factorías a exigir un mínimo relativamente elevado en la ley del mineral. Con la incorporación de la demanda extranjera, se iguala la oferta y la demanda del mercado, lo cual posibilita la salida de este mineral extraído.

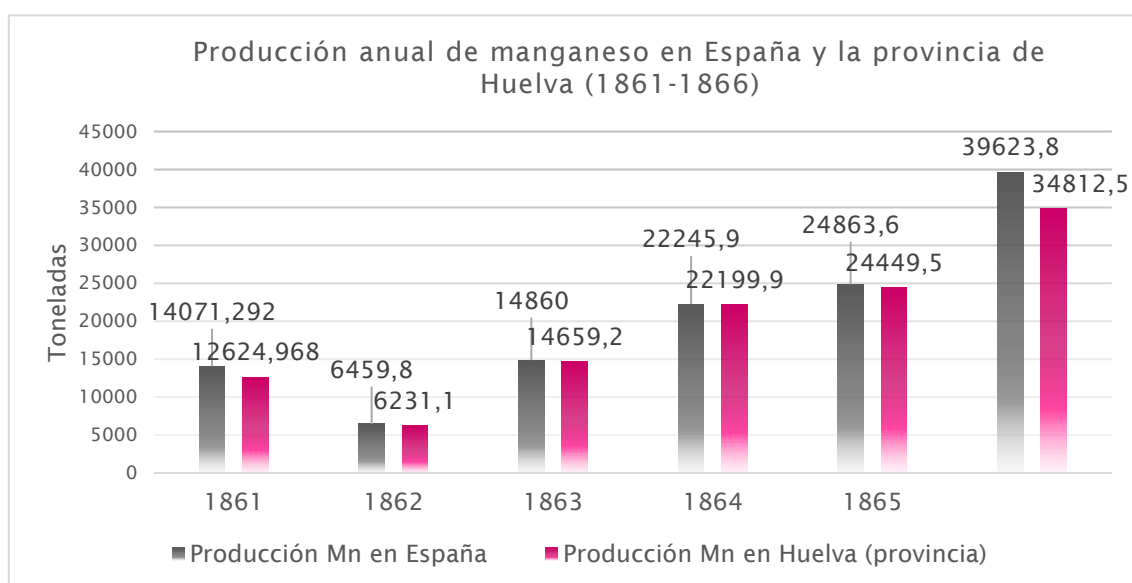


Figura 15: Producción anual de Mn en España y en la provincia de Huelva (1861-1866)

El crecimiento de la producción a lo largo de estos años viene provocado, no por la mejor y mayor explotación de yacimientos ya abiertos, sino por la apertura de un mayor número de minas de extracción de mineral superficial con el mismo interés rentabilista que las anteriores.

España produce 39.623,6 toneladas, aproximadamente la mitad del manganeso que demanda Europa. De ellas, 34.812,5 toneladas, es decir, el 87,85%, se produce en la provincia de Huelva, demostrándose aquí la relevancia de la minería manganesífera onubense a nivel, no sólo nacional, sino también internacionalmente.

Este panorama se antojaba esperanzador ya que se estimaba que la minería extranjera, especialmente la minería alemana, no podría resistir la exigencia del mercado y quedaría España como principal productor de manganeso, focalizándose en los mercados europeos de Francia, Bélgica e Inglaterra.

Muestra de ello es la proliferación de la minería de manganeso, incorporándose nuevas provincias a este tipo de extracción o aumentando significativamente la producción en aquellas que ya contaban con ella, como en el caso de la provincia almeriense, que pasa de producir 414T en 1865, a un promedio de 1643T en el siguiente lustro.

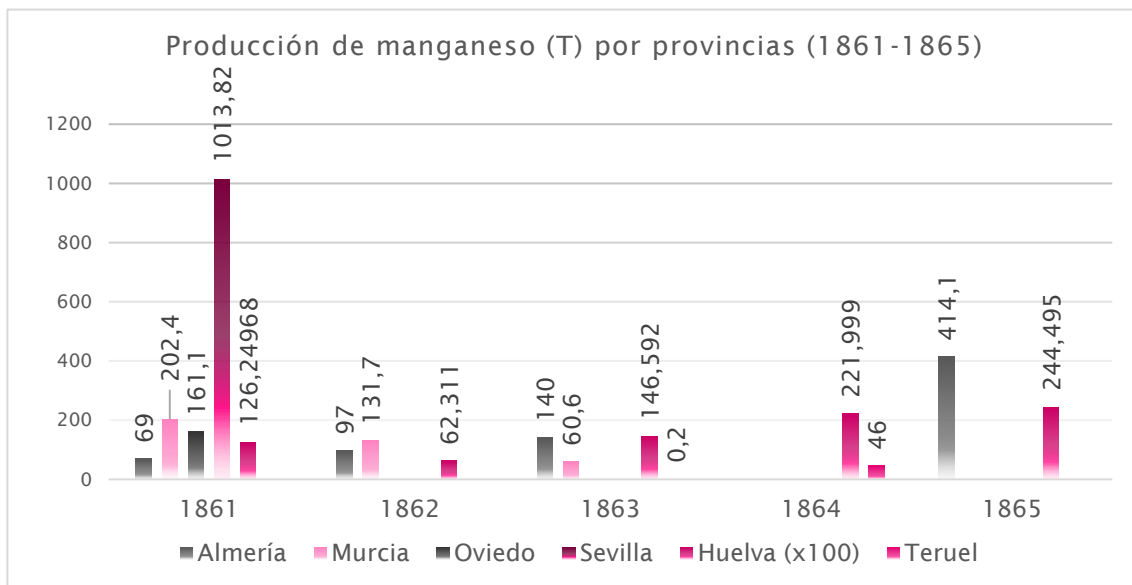


Figura 16: Producción de Mn por provincias (1861-1865)

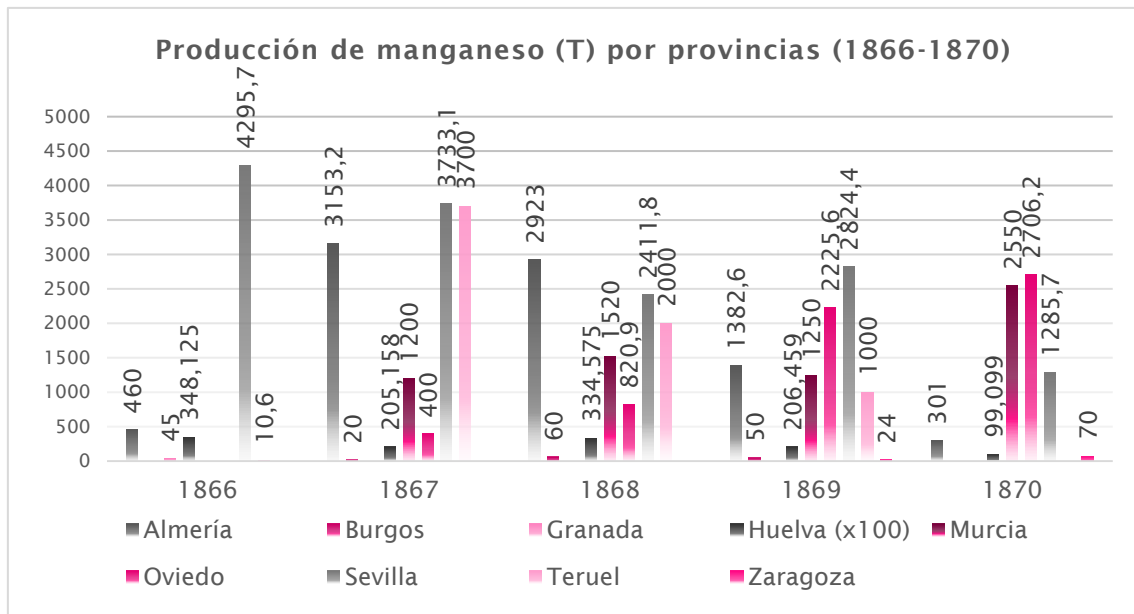


Figura 17: Producción de Mn por provincias (1866-1870)

En los próximos cinco años se pasará de los dos productores de manganeso de 1865, Huelva y Almería, a contar con hasta siete provincias productoras de manganeso, de entre las cuales seguirá destacando la provincia de Huelva como mayor productora.

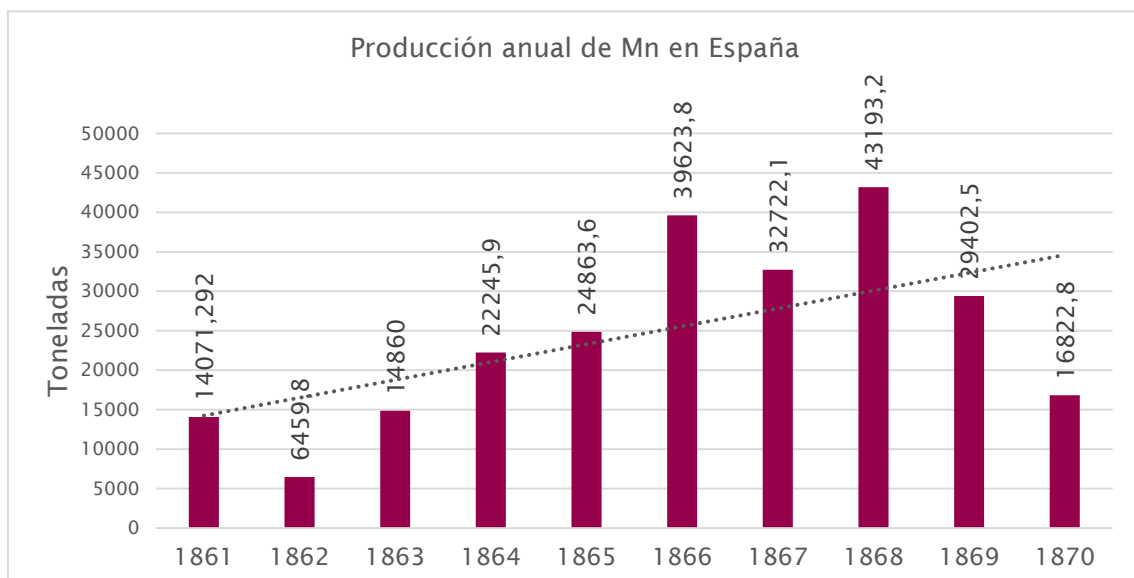


Figura 18: Producción anual de Mn en España (1861-1870)

De igual modo, el crecimiento de la producción se hace notable y se comienzan a generar algunas inversiones en las minas de manganeso, como las realizadas por Sundheim en una de sus concesiones. Al mismo tiempo, se van confirmando la necesidad de los trabajos preparatorios ante los continuos indicios que muestran la no superficialidad de los criaderos de manganeso, aunque sin dichos trabajos de exploración aún no se pueden determinar la profundidad de los mismos con exactitud.

Resulta algo paradójico que en pleno crecimiento de la producción, se produzca en el año 1867 un descenso notable en ella, o que la producción en 1866 se hubiera visto exacerbada por algún motivo que hiciera que se saliera de la tendencia. Pudiendo confirmar entonces, según lo dispuesto en párrafos anteriores en los cuales se hace referencia a que el exceso de producción de este año, que debe entenderse como la salida al mercado de mineral ya extraído con antelación.

Será en 1868 cuando se consiga la mayor producción de mineral de manganeso en España, llegando a las 43.193,20T, y a partir de donde comience el progresivo descenso de producción, y en 1869 cuando se consolida la recesión en la producción y se hace evidente el temor por no volver a cifras anteriores.

La producción merma y se comienzan a utilizar otros recursos para intentar producir más, como los intentos por regenerar los óxidos superiores intentado reutilizar el protóxido del propio mineral por diferentes métodos (exposición al aire de cierta temperatura, por la oxidación por mezcla de gases antes del protóxido para asegurar una mejor afinidad o por el uso de afinidades dobles, obteniendo manganito de cal que aporte pirolusita y cloro. No obstante, estos nuevos sistemas de aprovechamiento no supondrán un aporte significativo a la producción, ya que su salida, limitado por la calidad del mismo al ser un mineral regenerado, es bastante escasa para uso en industria.

Transcurrida la primera década, y consolidándose el descenso productivo al final de 1870, Huelva se consolida como principal provincia productora de manganeso de España. Si bien el aporte a la minería total producida en el país se establece entorno al 20%, durante estos primeros diez años el aporte en la minería de manganeso de la provincia de Huelva es superior al 90% en los cinco primeros

años y entre el 80 y 60% para el último lustro, donde se produjo un auge en el número de provincias productivas y de minas abiertas.

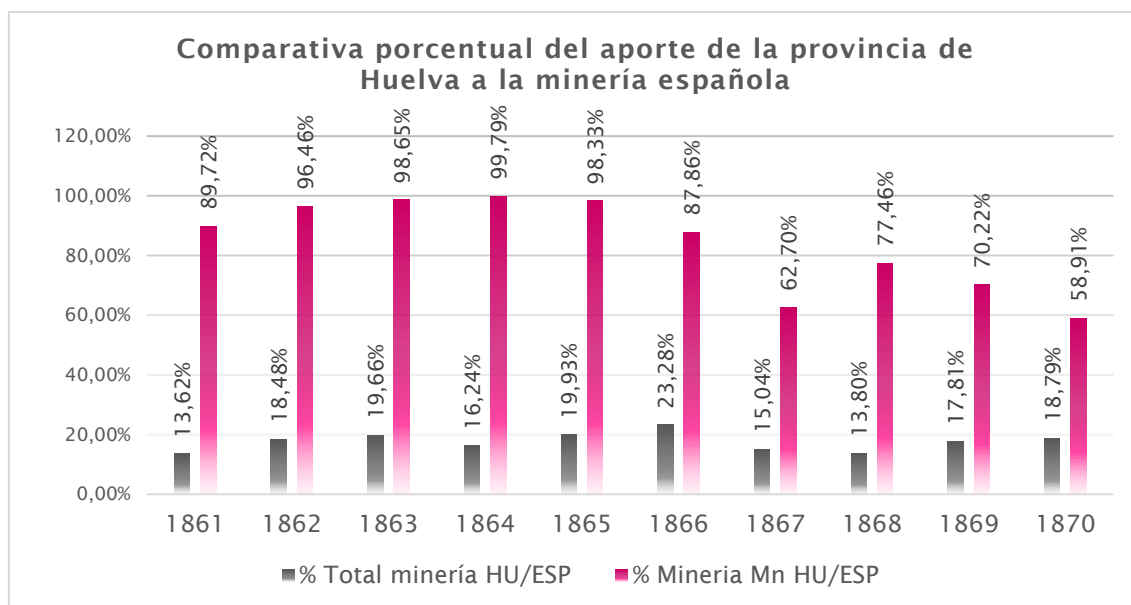


Figura 19: Aporte en la producción de Mn de la provincia de Huelva a España, en % (1861-1870)

Durante este primer periodo se ha pasado de tener un máximo de 110 minas productivas de manganeso en España, en 1869, a 76 minas activas en el último año de la década. En la provincia de Huelva, donde el número de minas abiertas no sigue la misma tendencia que la producción o que a nivel nacional, éste fue en detrimento desde el curso 1866, desde que el máximo de 96 minas activas comenzara a descender hasta llegar al mínimo de 47 minas productivas de manganeso en 1870.

La segunda parte de este periodo, comprendida entre los años 1871 y 1875, se caracteriza por ser un periodo heterogéneo en el cual, por las características de la minería y las condiciones generales del comercio del mineral, no se presenta una directriz clara hasta el final del periodo, donde se significa la decadencia de la minería de manganeso.

Durante estos años convulsos se mantiene la relevancia de la producción onubense de manganeso, manteniendo la misma incidencia en el mercado español. Si bien, el número de provincias productoras se sigue manteniendo en

una media de seis provincias, destacando las de Huelva, como principal productora (76.897,6T), y la de Oviedo (8.715,5T), como segunda productora.

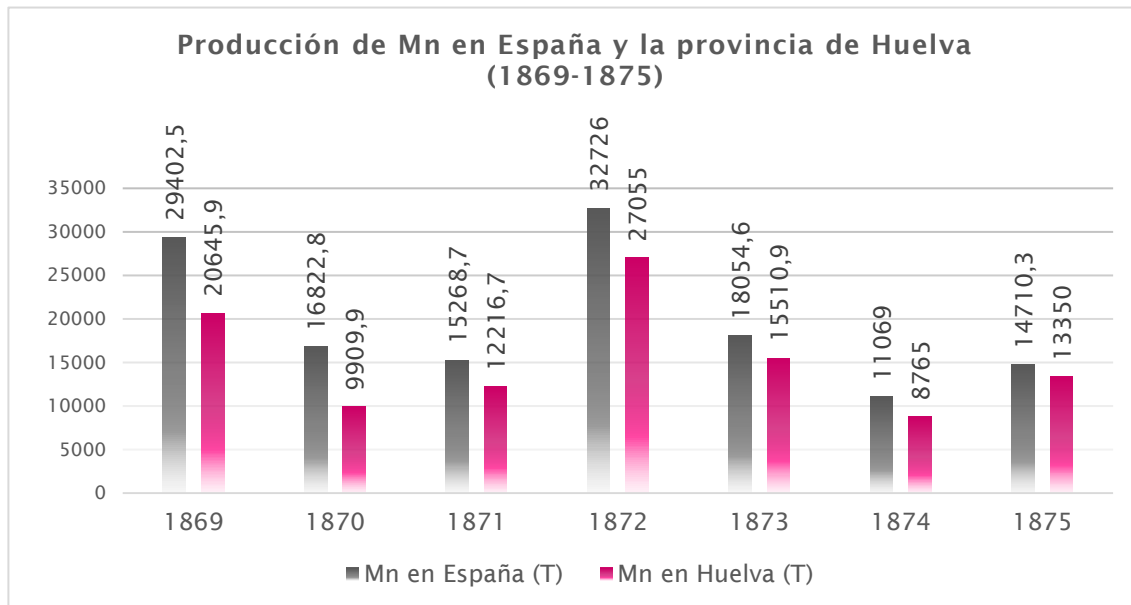


Figura 20: Producción de Mn en España y la provincia de Huelva, en T (1869-1875)

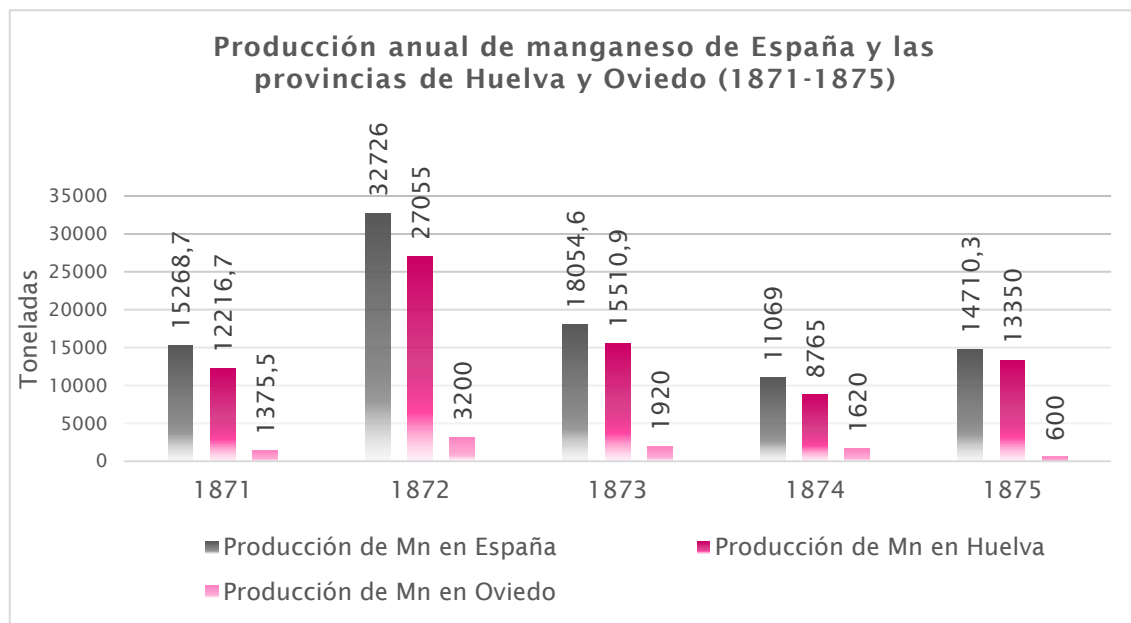


Figura 21: Producción anual de Mn en España y las provincias de Huelva y Oviedo, en T (1871-1875)

El resto de provincias productivas son Almería, Sevilla y Teruel de forma regular en el tiempo, y de manera más puntual, Murcia, Zaragoza y Zamora, quienes producen en un único año cantidades testimoniales de mineral de manganeso. En el año 1875 las dos primeras provincias aportaron 50T y 40T, y 75T en el 1873 la última.

Esta trayectoria descendente en la producción también queda reflejada en el número de minas activas destinadas a la extracción de minerales de manganeso. Tanto a nivel nacional como nivel provincial, la disminución del número de explotaciones abiertas superaba el 50% en ambos casos, aunque el valor neto sería mayor si tenemos en cuenta que en 1872 se produjo un incremento en las minas activas, llegando entonces hasta el 61% a nivel nacional, y al 70% en el caso de las minas onubenses.

No obstante, y como es lógico por el nivel de producción de mineral, Huelva se mantiene como la provincia con más minas abiertas del territorio nacional, aunque incluso esta proporción disminuye. En 1872 se cuenta con el 72% de las minas productivas del estado, mientras que en 1875, no se llega al 55% de las explotaciones productivas del territorio nacional.

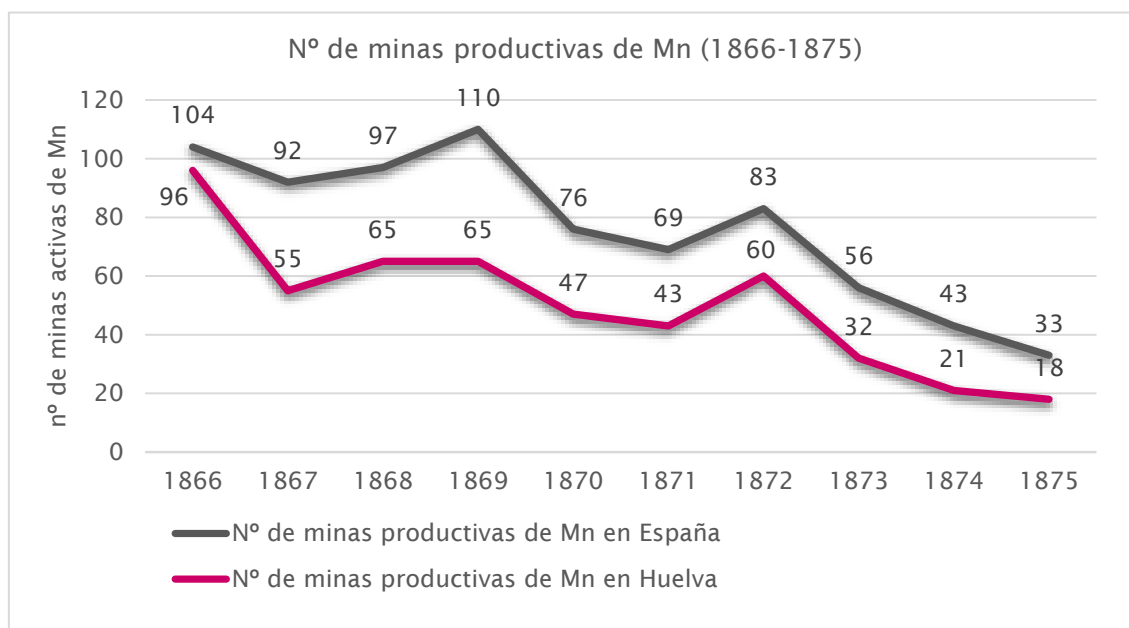


Figura 22: Número de minas productivas de Mn (1866-1875)

Si comparamos el número de explotaciones activas con el porcentaje de mineral de manganeso que la provincia aporta al cómputo total del estado, obtenemos que éste se mantiene sobrepasando el 80% durante los años en los que las explotaciones se van reduciendo.

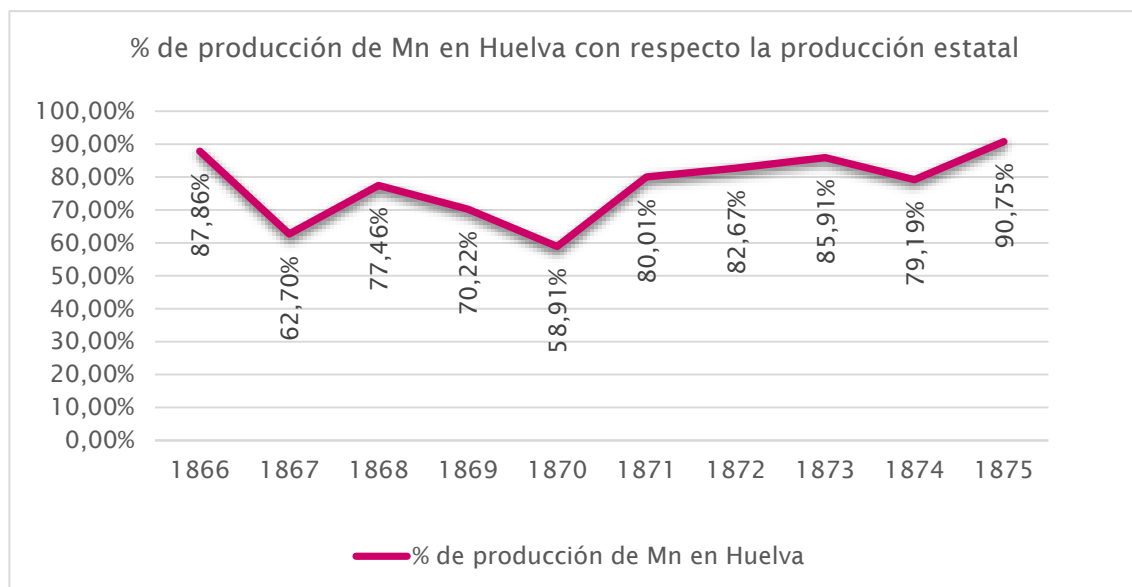


Figura 23: Comparativa porcentual de la producción onubense con respecto a la nacional (1866-1875)

Mientras que, tanto en producción como en número de yacimientos, ha sido una época de recesión en la cual se han ido disminuyendo los valores de éstos sobre todo a partir de 1872, la cantidad porcentual de aporte de minerales de la cuenca onubense al estado se ha mantenido estable e incluso en leve crecimiento durante este mismo periodo.

Será durante este periodo de cinco años, sobre todo en la parte final del mismo, a partir de 1873, cuando se empiecen a estudiar otros usos para el manganeso, especialmente como posible sustituto del níquel para las aleaciones. No obstante, estos estudios no tendrán efecto en la producción o extracción del mineral hasta pasado el período de estudio, ya que no provoca un crecimiento en las cantidades extraídas.

La producción de manganeso en la provincia de Huelva desciende en el año 1876 de manera significativa, ya que se pasa de haber producido 13.350T de mineral de manganeso el año anterior a sólo producir 4.617T, lo cual supone una

reducción del 65% en la producción. Esta tendencia continuará en la minería onubense que seguirá disminuyendo la producción hasta 1880, donde se produce un repunte del material producido. Durante estos años en la provincia tan sólo se encuentran un máximo de cuatro minas activas en la extracción de manganeso.

La subida en la producción de ese año, 1880, se supone a la mejoría en el precio de venta del mineral de manganeso, incluyendo en la producción de este año excedentes del material extraído en años anteriores. No obstante, este incremento en la producción se mantendrá tan sólo un par de años, al igual que el número de minas que se reactivan.

En el ámbito nacional existen un total de 43 minas productivas de manganeso, de un total de 2507 minas activas. En Huelva habría treinta minas activas, de las cuales diez son específicas de extracción de manganeso.

	Periodo (1876 – 1886)										
	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86
Produc. Mn (HU)	4617	3267	115	636	1895	4581	2271	302	0	2295	300
Produc. Mn (ESP)	5658	5703	2377	4845	5033	8207	5668	4182	851	4045	400
Nº Minas activas (HU)	18	4	2	4	10	21	12	3	0	3	1
Nº minas activas (ESP)	28	16	9	23	26	48	40	25	5	6	3

Tabla 03: Tabla comparativa entre las minas activas y la producción, en T, a nivel nacional y onubense (18676-1886)

Es en estos años en los cuales se obtiene una de las producciones más bajas de manganeso en la provincia, llegando tan solo a aportar 115 quintales métricos, lo cual suponía tan sólo un 4,8% del mineral de manganeso producido a nivel estatal. Teniendo en cuenta que el porcentaje de minas activas para la producción de manganeso en Huelva era superior al 22%, la producción total de las mismas no se vio correspondido, comenzando en este punto un descenso en la productividad de los criaderos de manganeso onubenses. Este descenso en la productividad podría deberse a diferentes motivos, como el destino de los recursos a extracción de otros minerales, al bajo nivel de la ley del mineral, lo que dificultaría su venta, el agotamiento de las reservas u otros.

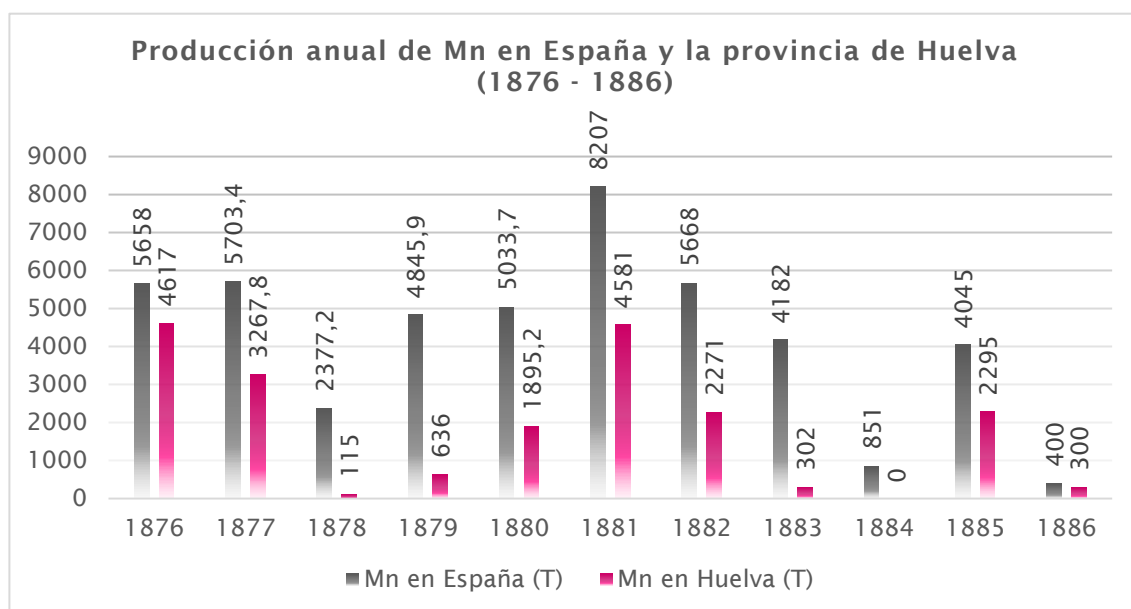


Figura 24: Producción anual de Mn en España y la provincia de Huelva (1876-1886)

Este descenso culmina con el cierre de todas las explotaciones dedicadas a la extracción de manganeso en la provincia de Huelva en el año 1885. En ese año, el país cuenta tan sólo con cinco minas activas que producen 851T de manganeso. El abandono de la minería de manganeso se ha venido produciendo de manera paulatina en relación a la bajada el precio del material., lo que se vio incrementado por el desarrollo de este tipo de minería en los Estados Unidos de América.

Llegados a este año del final del periodo se establece una época de crisis en la industria minera onubense o en el distrito al que Huelva pertenece.

Si bien creemos que se ha dejado constancia de la relevancia de la minería de manganeso onubense a nivel nacional, y por tanto, internacional, hay que reflexionar sobre la importancia de esta minería en la propia provincia. habiéndose aportado hasta un máximo del 99% del mineral manganesífero nacional en el año 1862, y, en cualquier caso, con una media superior al 80% de este periodo, las producciones de este mineral no han superado el 14% del mineral total producido en la provincia. Esta evidencia demuestra que a pesar de la importancia nacional de la minería de manganeso onubense, en el ámbito provincial no deja de ser una minería extractiva de segundo orden, relegada por la minería clásica de extracción de cobre.

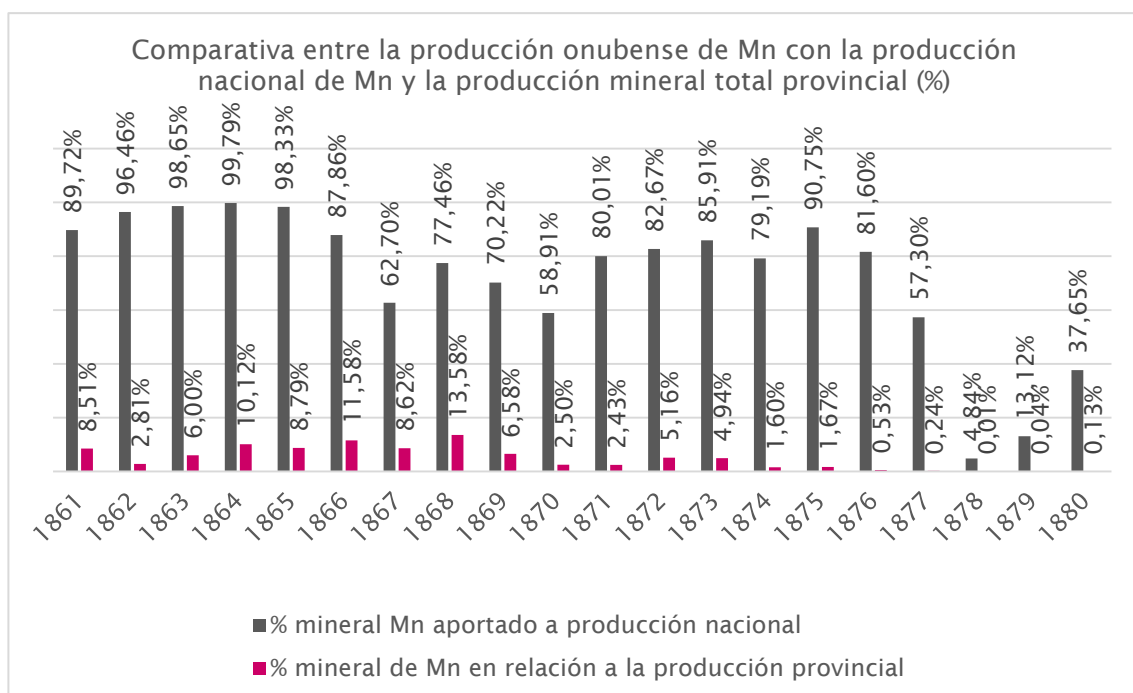


Figura 25: Comparativa entre la producción onubense de Mn con la producción nacional de Mn y la producción mineral total de la provincia (1861-1880)

PERIODO DE 1887 A 1893

Durante los años comprendidos entre 1887 a 1893 los datos de los que se tienen constancia se limitan a lo publicado en las Estadísticas Mineras del comercio exterior, de los cuales se extrae que la minería de manganeso queda sometida a los altos precios del transporte de material y al bajo precio de venta, lo que hace inviable económicamente la explotación de estos minerales. Sólo pueden considerarse como explotaciones viables aquellas que se ubiquen cerca de las líneas ferroviarias.

Estas condiciones provocan que se mencione las irregularidades que aparecen en lo declarado por las explotaciones, ya que resulta inferior el mineral declarado como extraído al mineral que se exporta o tiene salida desde los puertos vinculados a esta minería.

Será también en este periodo cuando se importe mineral de manganeso desde Inglaterra y comiencen a aparecer información sobre las explotaciones manganesíferas de países extranjeros, como Estados Unidos, Chile o Cuba.

PERIODO DE 1894 A 1905

Durante estos períodos iniciales sólo se extraía, casi de manera exclusiva, los óxidos de manganeso. Situación que cambia en 1895 con extracción también de los carbonatos de manganeso para su uso en la industria siderúrgica. Frente a la demanda de las factorías de este compuesto se opta por la extracción y aprovechamiento de lo que antes se dejaba en escombreras generando una reactivación en la minería del manganeso y provocando una sustancial subida de la producción hasta 1899.

Prueba de ello es que en los años de 1895 y 1896, por la utilización del carbonato de manganeso en la fabricación de hierros aceros por parte de la industria, la minería extractiva de manganeso de la provincia de Huelva genera de nuevo un crecimiento en la producción de manganeso, pero pasando de extraer peróxido de manganeso al carbonato.

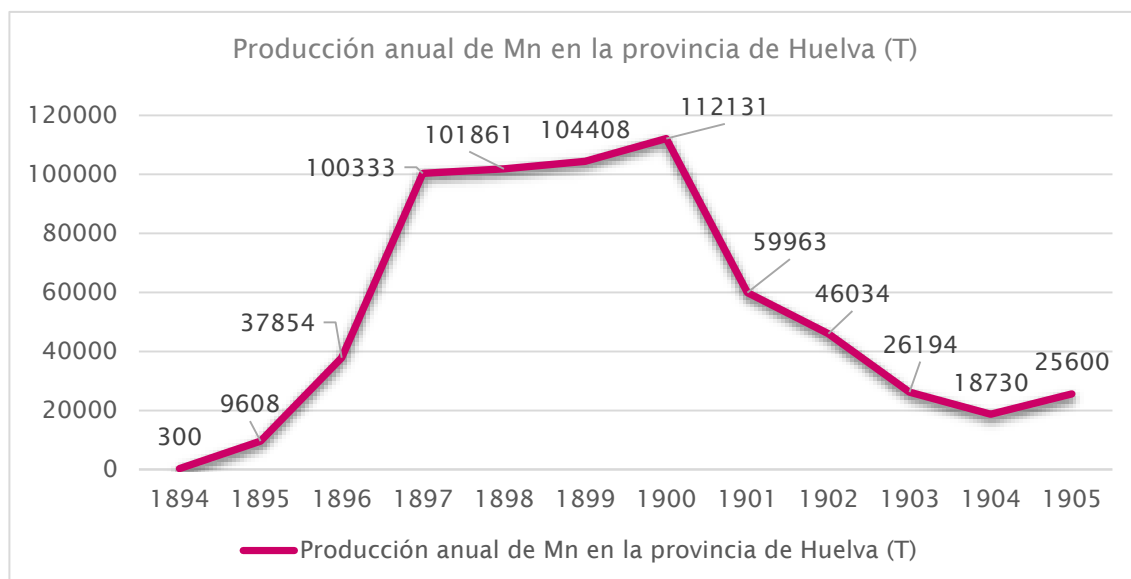


Figura 26: Producción anual de Mn en la provincia de Huelva (1894-1905)

Este crecimiento se verá aumentado en el siguiente año, en el cual se incrementa la producción en 265%, pasando de 37.854T a 100.333T de manganeso, hasta alcanzar el máximo histórico de producción anual de la provincia en 1900, con un total de 112.131T de mineral de manganeso.

A partir de este hito se produce una bajada igual de sustancial o rápida que el crecimiento que se produjo un par de años atrás, dejando de producir 52.168T de manganeso en un único año.

En este periodo se mantiene la minería de manganeso onubense como la principal productora de manganeso en el territorio nacional, llegando casi a soportar el 100% de la producción nacional.

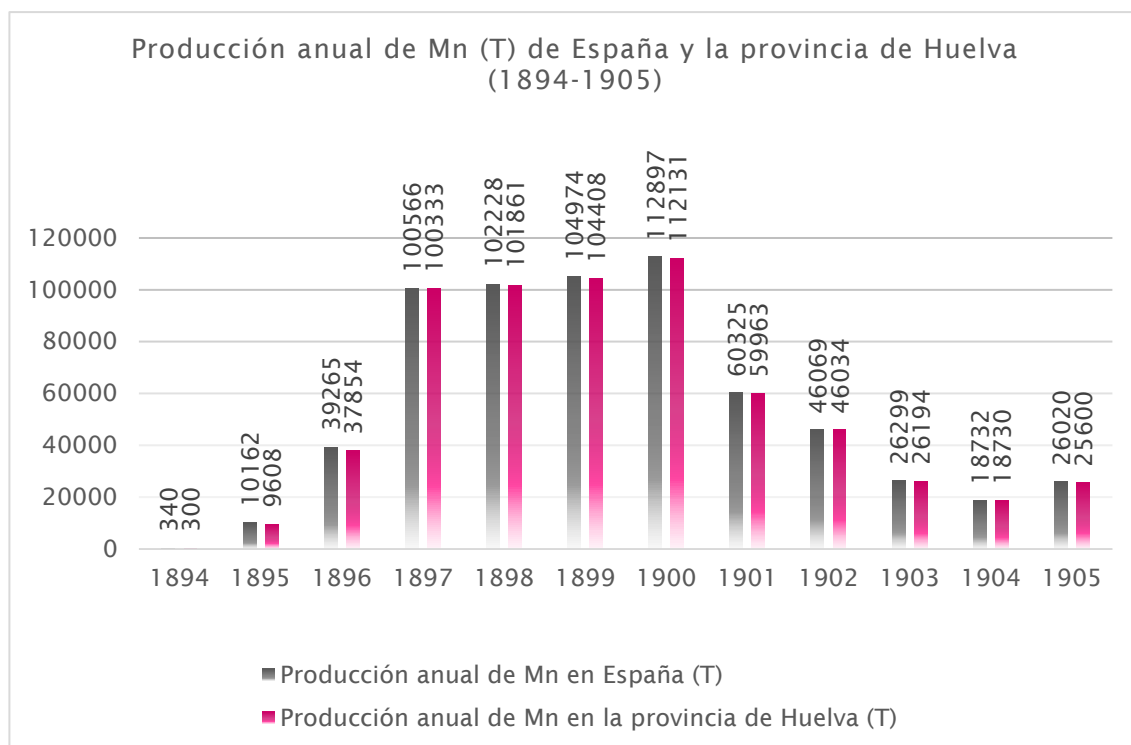


Figura 27: Producción anual de Mn de España y la provincia de Huelva (1894-1905)

A partir de 1895, el aporte onubense de manganeso a la producción nacional no bajará del 94%, llegando a superar el 99% en 1899. Esta influencia en la producción nacional no se ve de igual modo a nivel internacional, ya que “*al descubrirse los grandes criaderos del Cáucaso, América, Nueva Zelanda, India, etc.*” (Pinedo Vara, 1963), esto provoca el decaimiento en la relevancia mundial del manganeso español, y por ende, del onubense.

Si bien la producción de Huelva casi colma la producción estatal, durante este periodo de doce años, las principales provincias productoras son Huelva, Oviedo

y Teruel, con la producción puntual de minas en las provincias de Almería y Gerona.

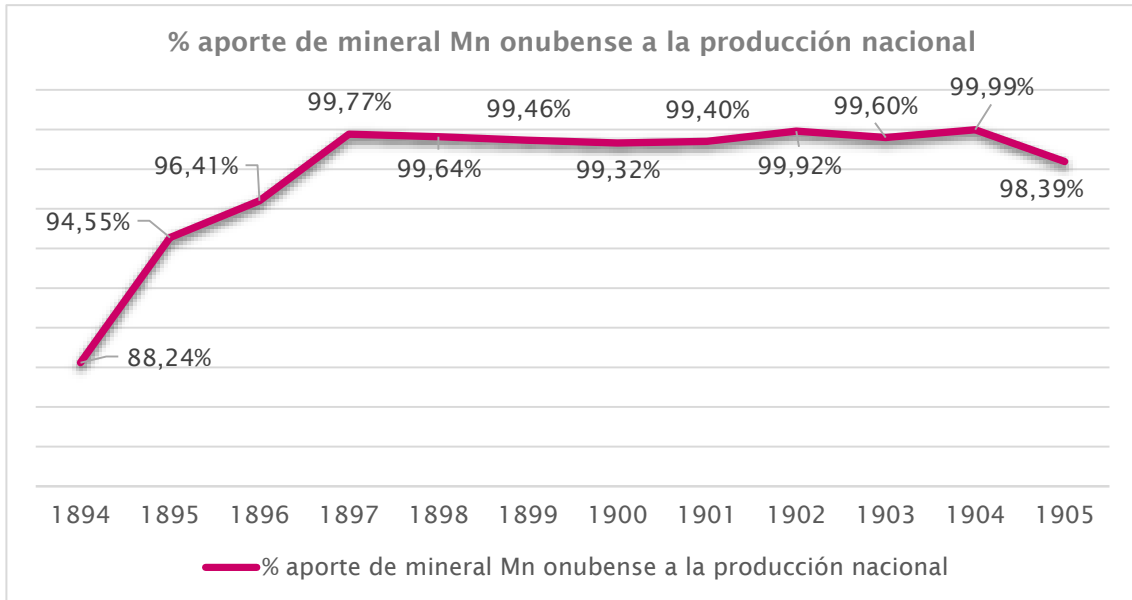


Figura 28: % de aportación de la producción onubense de Mn a la nacional (1894-1905)

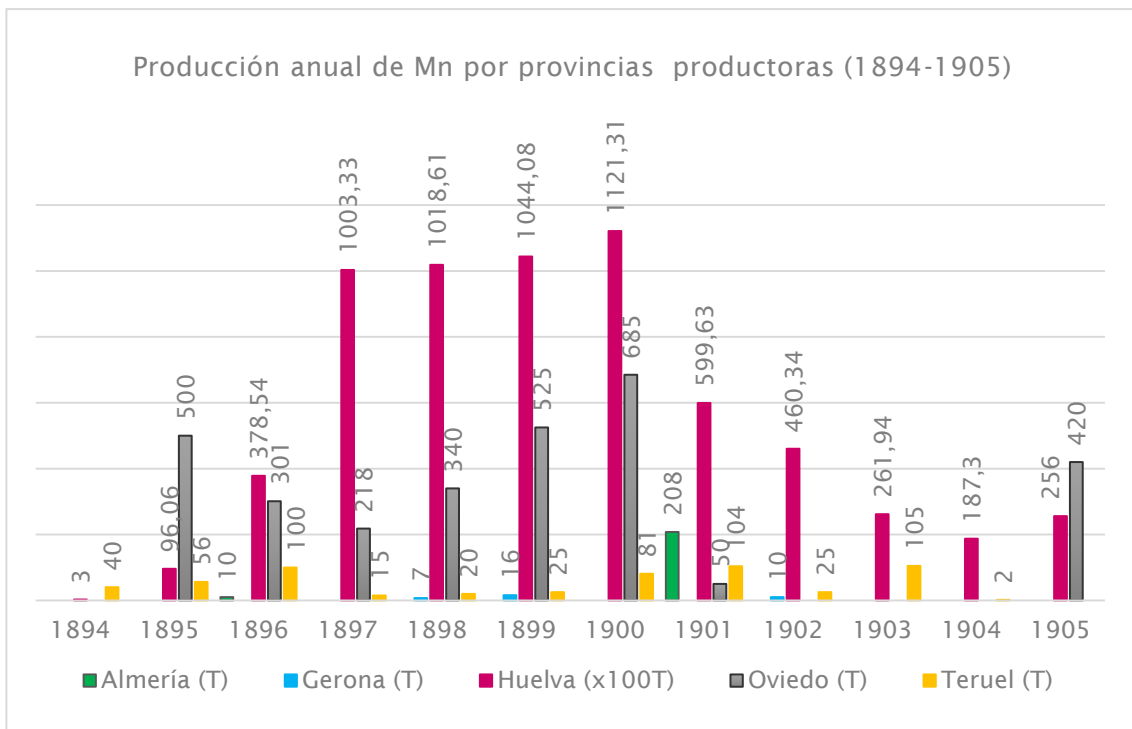


Figura 29: Producción anual de Mn por provincias (1894-1905)

El desarrollo de la minería sigue siendo secundaria en Huelva, en relación, no sólo de la producción de este mineral con respecto a la producción total de minerales en Huelva, sino también atendiendo al número de minas activas en la provincia.

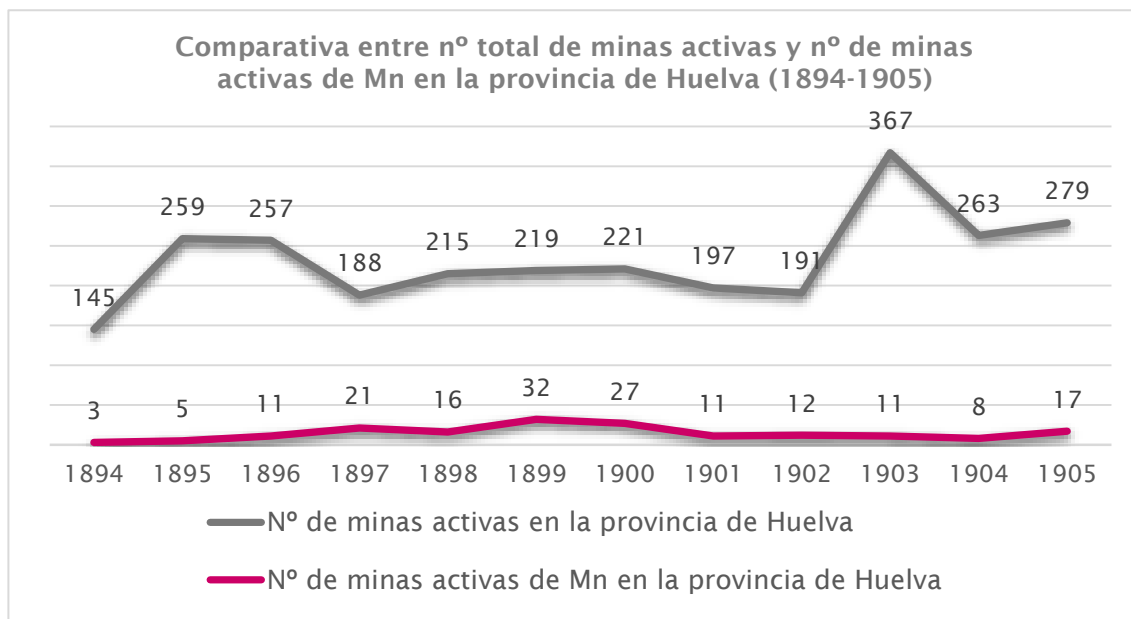


Figura 30: Comparativa entre el nº total de minas activas y nº de minas activas de Mn en la provincia de Huelva (1894-1905)

En 1900 se genera la máxima producción anual de mineral de manganeso en la provincia de Huelva, obteniéndose un total de 112.131T de minerales de manganeso con tan sólo 27 explotaciones de manganeso en activo. En este total de producción se disminuyen los recursos de carbonatos de manganeso y pirolusita, aumentando los silicatos, aunque éstos presenten un menor valor que los anteriores.

Tras este acontecimiento histórico se produce la crisis en la minería de manganeso que se mantendrá hasta 1909, aunque presentara algún repunte entre 1905 y 1906. Esta crisis viene provocada principalmente por el tipo de empresas que se dedicaban a la explotación del manganeso, empresas pequeñas o asociaciones de obreros que no pueden soportar los movimientos del mercado, la baja continuada en el precio del mineral provocada por la baja demanda en el mercado que ya cuenta con diferentes exportadores, la

existencias o reservas que la propia industria ha hecho del mineral y el incremento de las impurezas del nuevo mineral extraído con la bajada consecuente en la ley del mineral.

Ya en este año se desciende en el número de minas activas de 27 a 11, si bien, a nivel nacional se sufre un despunte de nuevas minas activas, computando un incremento del 192% con respecto al año anterior. Pese a esta discrepancia en la tendencia de número de minas, en descenso en la provincia y en alza a nivel nacional, la relevancia de la producción onubense con respecto a la española no se ve influida, manteniendo los mismos porcentajes de aporte, tal y como se ha visto anteriormente. La producción total siga disminuyendo.

La continua explotación de las minas abiertas a partir de los aprovechamientos y, en menor medida, del arranque de nuevos minerales, lo que conlleva es que los criaderos empiecen a empobrecerse. A partir de 1903, y, sobre todo, en 1904, junto al empobrecimiento de los yacimientos se une también la competencia de otros países a las ya difíciles condiciones de las explotaciones, encontrándose como la principal de ellas el encontrar inversiones o economías que sufraguen la explotación y que soporten los gastos del transporte y las contribuciones directas e indirectas.

Esta tendencia decreciente de la producción de manganeso, tanto a nivel estatal como onubense, se mantendrá hasta el curso 1905, en el cual se produce un repunte por el precio del material y del negociado de la reserva disponible. Este hecho hace que se rehabiliten minas que se consideraron agotadas para el aprovechamiento de las escombreras a través de la extracción de los carbonatos o silicatos de manganeso, pero el mineral resulta de baja calidad.

El repunte o crecimiento de la producción será puntual, ya que la minería de aprovechamiento que se llevó a cabo produjo mineral de baja ley que no tendría salida en el mercado de manera fácil.

PERIODO DE 1906 A 1924

La trayectoria de la producción onubense de minerales de manganeso se mantuvo constante a lo largo de las épocas que se han estudiado, pero fue en 1906 cuando la relevancia de la minería de manganeso onubense perdió cierta relevancia, aunque siguió siendo la primera productora de manganeso a nivel nacional, según podemos extraer de los datos reflejados en las Estadísticas Mineras de España de dichos años.

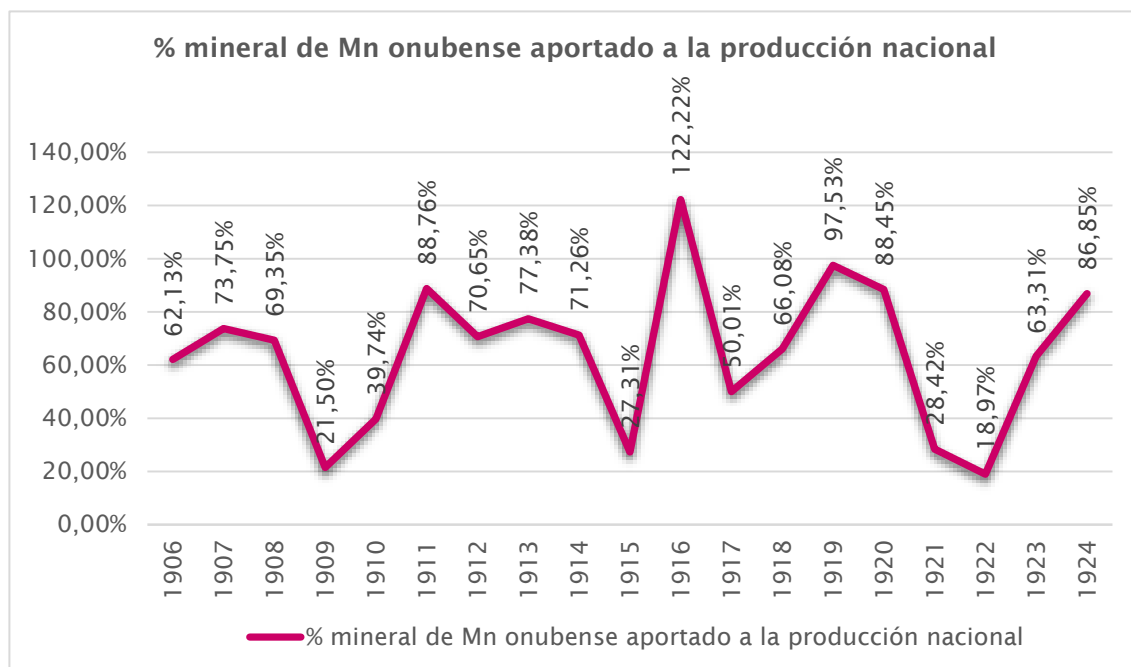


Figura 31: Porcentaje de mineral de Mn onubense aportado a la producción nacional (1906-1924)

En la Estadística minera de España de 1916, formada y publicada por el Consejo de Minería (Ministerio de Fomento, Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio) se portan los datos de producción nacional de manganeso y de la producción del mismo material de la provincia de Huelva, reflejando una producción superior en la provincia que el total del país (14.178T de Mn a nivel nacional y 17.328T de Mn en la producción onubense). Es por este hecho que se presente en el gráfico un aporte superior al cien por cien en este año en concreto. No se ha encontrado justificación para estos datos.

En relación al número de minas activas en la provincia de Huelva no se produjo en descenso relevante en comparación con el número total de minas activas de producción de manganeso a nivel nacional. Si bien, como se puede comprobar en la gráfica siguiente, se mantiene de manera proporcional según los datos extraídos de las Estadísticas Mineras de España.

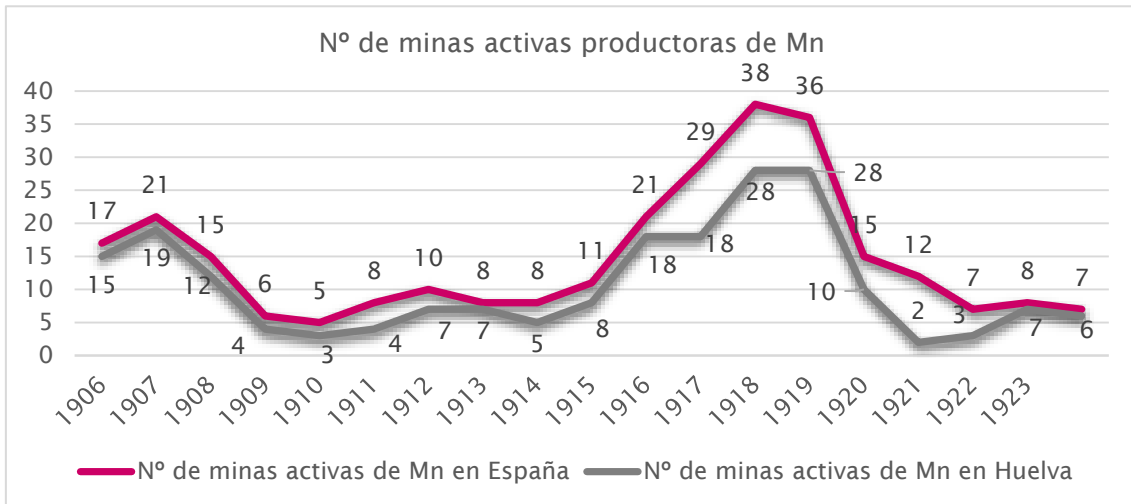


Figura 32: Número de minas activas productoras de Mn (1906-1924)

Sí se aprecian los nuevos valores de producción de esta etapa si comparamos las producciones de mineral de manganeso de Huelva con la estatal.

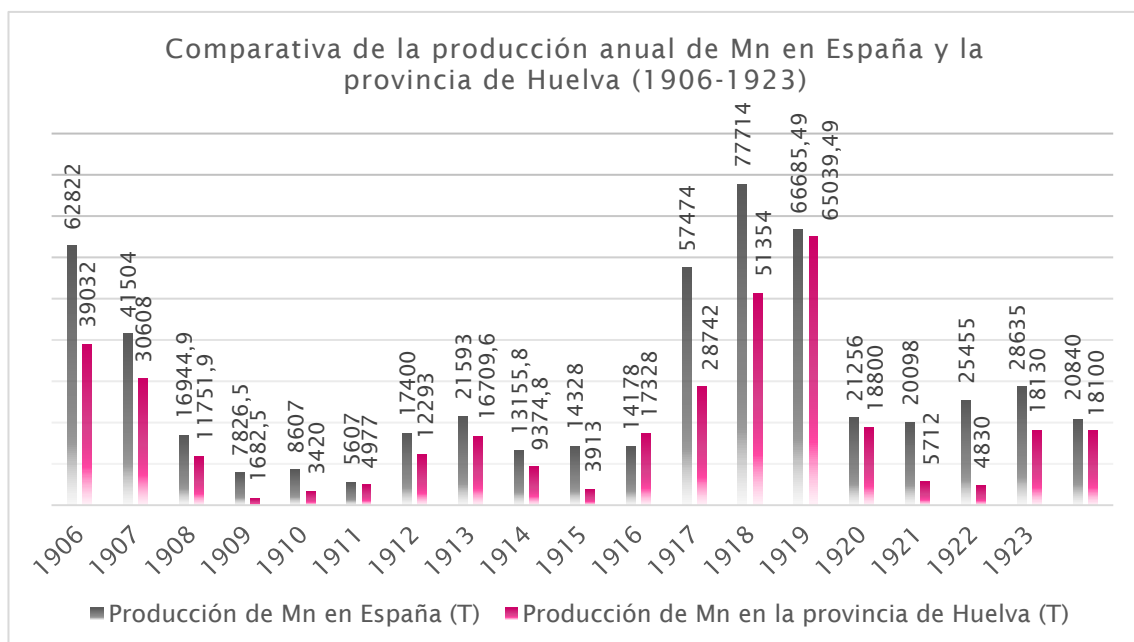


Figura 33: Comparativa de la producción anual de Mn en España y la provincia de Huelva (1906-1924)

Se continuaba con la misma tendencia en la producción onubense que en la producción estatal, si bien en la comparativa realizada en la producción por provincia se aprecia un incremento en el aporte o producción del resto de provincias, aunque no así en el número de provincias productoras, manteniéndose Huelva como principal productora de manganeso, seguida de Oviedo y Teruel, aunque esta última centró su producción en los años centrales de la etapa (de 1911 a 1919).

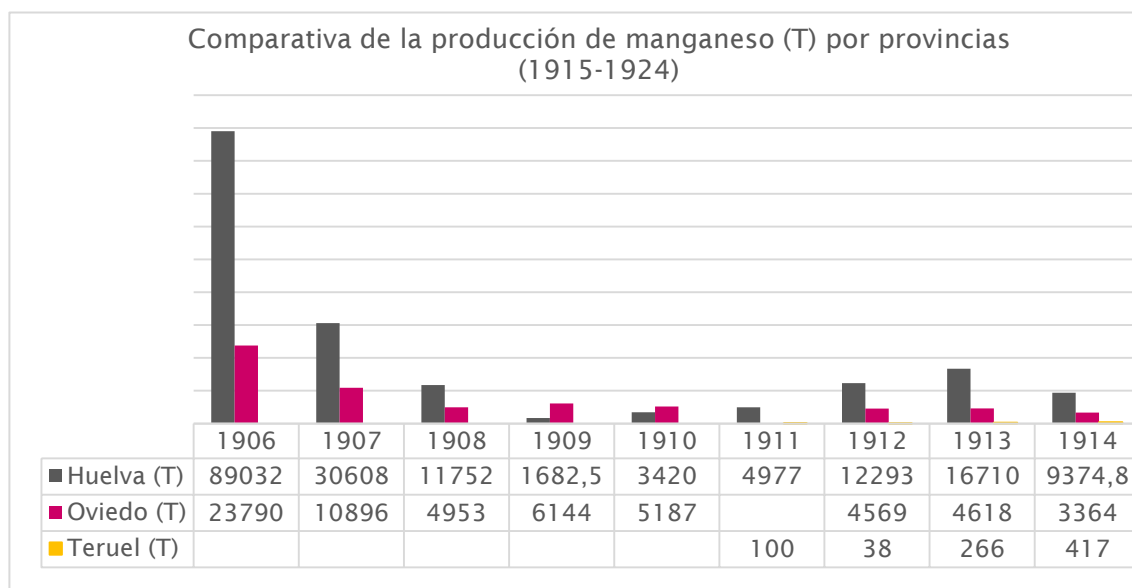


Figura 34: Comparativa de la producción de Mn por provincias (1906-1914)

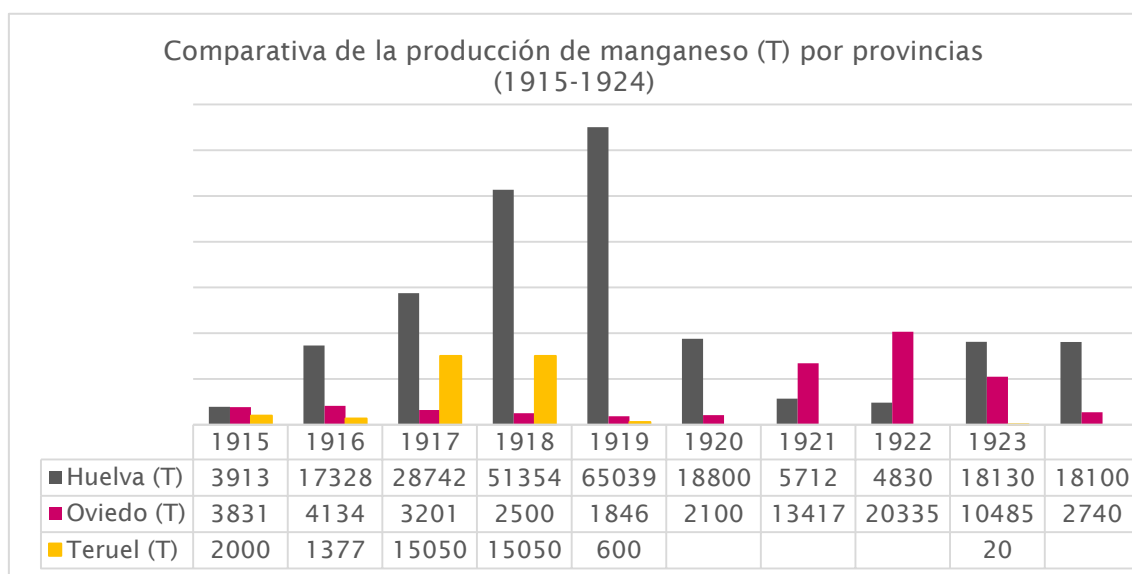


Figura 35: Comparativa de la producción de Mn por provincias (1915-1924)

La producción cesó de manera progresiva, incluso teniendo en cuenta el aprovechamiento sobre el material extraído con anterioridad y desechado en un principio. Estas actuaciones de aprovechamiento continuaron bajando la ley del mineral, que llegó a una ley que oscilaba entre el 28 y el 30%, tal y como se extrae de la Estadística Minera de España de 1908.

En 1909 sólo se mantienen produciendo en la provincia de Huelva las minas de Castillo de Palanco y Segunda Buenavista, aunque en la Estadística aparecieron un total de cuatro minas activas, por lo que la producción total de ese año (1.682,5T) fueron producidos por esas dos minas. Coincidió también este año con una bajada en el precio del material. Si concuerda ambos datos con lo expuesto en la Estadística del año siguiente, en el cual todo el material que se produjo se extrajo del lavado y concentrado de minerales arrancados en las minas de Santiago, Castillo de Palanco y Conde. El resto de minas estaban paradas. La ley del mineral producido sigue siendo baja, ya que la mayor parte del mismo provenía del aprovechamiento, lo que imposibilitaba que el precio del material subiera o se recuperara, tal y como se recogió en la Estadística Minera de 1911.

Fue gracias a que los Sres. Hijos de Vázquez López, principales arrendatarios explotadores de las minas de la provincia, incorporaron o los minerales de manganeso con alto contenido en sílice como fundentes en fábricas de Lorena y Luxemburgo donde hasta entonces se fundía hierro muy calizo con la incorporación de cuarzo. El uso de la incorporación conjunta de sílice y manganeso a la mezcla fundente resultó ventajosa en dicho proceso, lo que produjo una pequeña reactivación en la minería de manganeso de Huelva en 1912.

Durante este mismo año, también se negoció la rebaja en los impuestos de aquellos minerales que tenían una ley inferior al 30%, pudiendo aprovechar los restos de manganeso ya extraídos con anterioridad y mejorar así la producción de las minas., que no la calidad del mineral.

Tras el comienzo de la Primera Guerra Mundial, se recibió un segundo empuje en 1917 al cerrarse la exportación del manganeso ruso a occidente tras la Revolución de Octubre, quedando fijados importantes contratos entre empresas

extranjeras con los productores locales para su exportación una vez terminada la guerra. La influencia de la contienda militar se notó a partir de 1916, donde la producción nacional de manganeso comenzó a subir de manera progresiva hasta 1918, cuando se da por finalizado el conflicto.

Durante esta época se observó un crecimiento tardío en la minería de manganeso de Huelva, una mayor diferencia entre la producción anual nacional y la provincial onubense, tal y como se anticipó en 1915, recogiendo en la Estadística Minera de ese año que la minería en Huelva descendió pero en España aumentó ligeramente por las inversiones extranjeras interesadas en la extracción de este mineral, las cuales generaron contratos en vista a la finalización de la guerra que ocurría en esos años. Por este motivo, en 1919, la minería extractiva de manganeso en la provincia de Huelva llegó a los mismos valores que anteriormente, llegando en este año a aportar el 97,53% de la producción total de manganeso en España.

Durante los siguientes años, 1918-1919 se mantiene la producción de las minas porque el precio del material fue estable. Esto sucedió hasta que en el año 1920 el precio comenzó a bajar por la finalización de la guerra, conllevando con ello la disminución en la producción, que se vio acrecentada por la baja ley del mineral. Fue la ley del mineral extraído la que facilitó o dificultó la entrada de éste en el mercado.

Desde el año 1923 hasta el año 1925 sólo cabe destacar que se realizaron importantes mejoras en las instalaciones de las diferentes explotaciones con la esperanza de que el mercado se recuperara, viendo sus frutos en el año 1925 gracias al incremento de la demanda. Comenzó en 1923 un leve repunte de la producción que se mantuvo el año siguiente por el precio del mineral, activándose las actuaciones en las zonas de Calañas y Zalamea la Real principalmente. Fue por tanto en ese año, 1924, cuando la minería de manganeso onubense volvió a soportar el mercado del manganeso español, aportando el 85,85% del total del manganeso producido ese año.

PERIODO DE 1925 A 1940

Fue a partir de 1925 cuando la minería de manganeso en Huelva retomó los valores de producción relativa con respecto a la producción estatal que habían venido obteniendo. La producción de Huelva superó, en la mayor parte de estos años, el 90% de aporte de manganeso a la producción española.

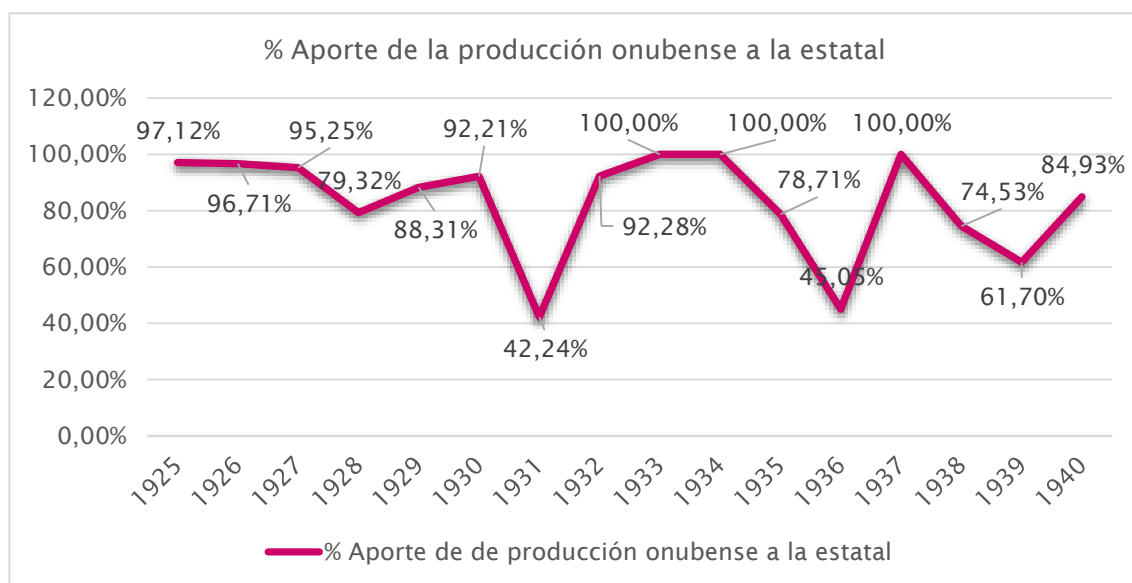


Figura 36: Porcentaje de aporte de la producción onubense a la estatal(1925-1940)

La relevancia de la minería de manganeso de Huelva quedó patente también en este periodo, llegando incluso a suponer el 100% de la producción española en varios años (1933, 1934 y 1937).

Atendiendo a la producción en toneladas, comprobamos que la minería de manganeso sigue con una tendencia general a la baja.

Fue en los dos primeros años de este periodo cuando la minería comenzó a aumentar la producción levemente. Este crecimiento se debió a que comenzaron a explotarse algunos criaderos de fácil extracción del mineral por las condiciones que presentaban. Este aprovechamiento de dichos yacimientos duró un par de años.

Este descubrimiento de criaderos con buenas condiciones para su explotación coincide con la publicación en la Revista Minera de 1925 en la que se da a conocer la Mina de Uruncum, en Rusia, uno de los yacimientos más importantes del mundo.

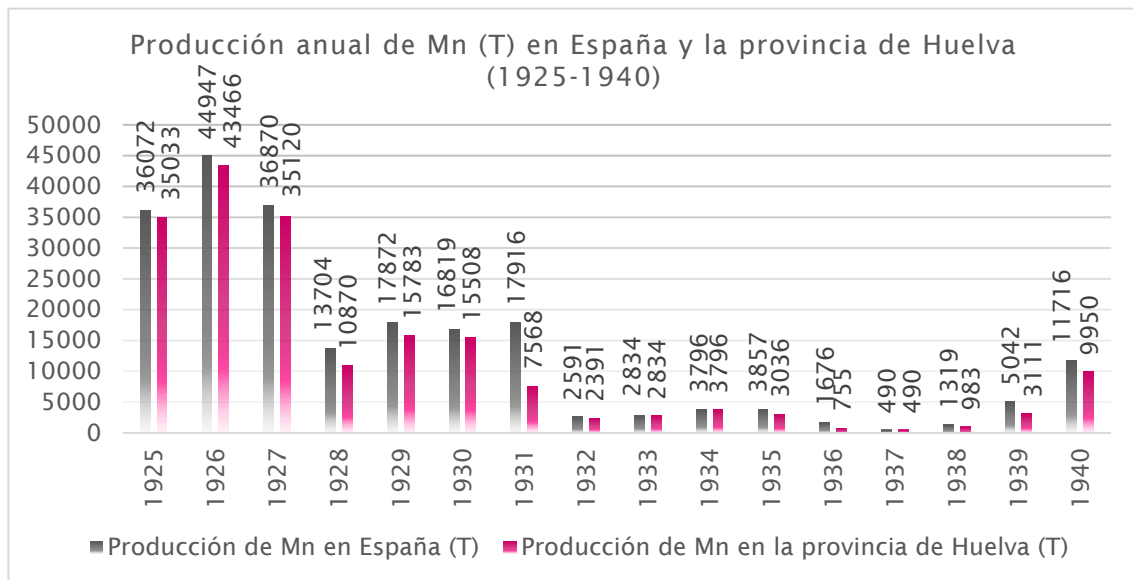


Figura 37: Producción anual de Mn en España y la provincia de Huelva (1925-1940)

Rusia es uno de los principales exportadores de manganeso, que paró su producción por las contingencias del conflicto bélico y que tras él comenzó de nuevo a explotar los recursos que tenía. Fue también en 1925 cuando la misma Revista Minera deja constancia de que el gobierno ruso permite, por medio del arrendamiento, la explotación durante veinte años de los recursos de manganeso al banco estadounidense "Harriman".

En España, es en la provincia de Huelva donde residían la casi totalidad de las minas activas para la extracción de minerales de manganeso. Durante el periodo de 1925 a 1935, además de Huelva, como provincial productora de manganeso casi exclusiva, produjeron también las provincias de Oviedo, salvo en los años de 1932 a 1934, Sevilla, durante los años de 1928 a 1930, Tarragona en 1928 y Lérida en el 1931 y 1932. Sólo en la producción de 1931, la provincia de Oviedo superó al aporte de la onubense, 12.560T frente a 7.618T respectivamente.

La reactivación de la minería en los primeros años promovió la mejora o incorporación de instalaciones en las minas. Se recogieron la inclusión en las minas, según la Estadística Minera, nuevos sistemas de cargas o de la electricidad. Al igual que se continuó con el estudio de nuevos criaderos durante el siguiente curso. Año en el cual, por las condiciones del mercado, bajó la producción anual de manganeso comenzando con un período en el cual el mercado del manganeso osciló marcando diferentes valores del mineral.

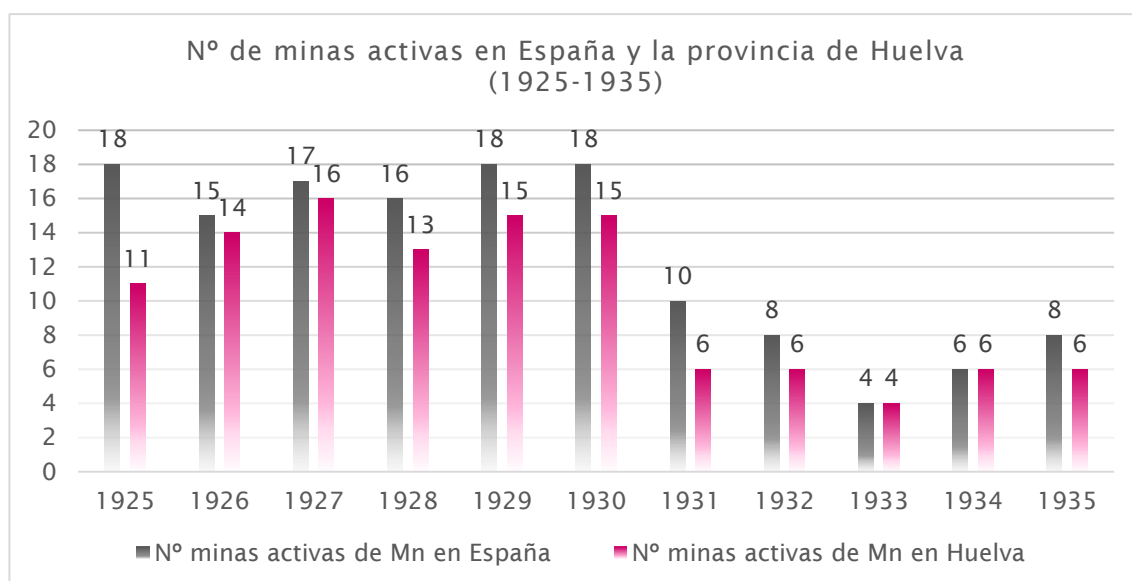


Figura 38: Número de minas activas en España y la provincia de Huelva (1925-1935)

En la Estadística de 1928 se reflexionó sobre la posibilidad de hacer las aleaciones indispensables para la fabricación de aceros en hornos eléctricos si se contara con energía eléctrica barata. Aleaciones en las cuales se usaría el mineral de nuestro país, evitando así los mercados. Esta publicación coincide en el tiempo con lo escrito en la Revista Minera, en la cual se recoge que los Estados Unidos comenzaron a utilizar el uso de los minerales pobres en manganeso, ya que no contaban con minerales ricos, contando con una demanda de 300.000 T de sus propias industrias.

Esta misma revista, al año siguiente, 1929, recalcó la importancia de las condiciones físicas del acero, en una clara referencia al acerado con minerales de manganeso de baja ley o calidad.

A partir de este momento la disminución en la producción de minerales de manganeso se hizo más que evidente, pasando a producir la mitad de mineral de 1930 a 1930.

Fue en los años 1933, 1934 y 1937 cuando la provincia de Huelva se quedó como única productora de manganeso de España, llegando a generar tan sólo 2834T, 3796T y 490T respectivamente, lo cual supone un descenso del 99,56% desde el año 1900 donde se produjo la mayor producción de manganeso de la historia de la provincia de Huelva.

Se consideró que la minería de manganeso dejó de producir cantidades significativas desde 1936, cuando se produjo 1676T en España, de las cuales 755T fueron onubenses.

Hubo que esperar hasta 1939 para que la producción de minerales de manganeso contara con un leve aumento, debido a una mayor demanda del mercado. Sin embargo, los criaderos del mineral no rinden aun ni con mucho lo necesario para las necesidades nacionales, debido a la falta de preparación y al abandono que sufrió la minería de manganeso en los años anteriores.

Este leve aumento se vio también incentivado, a nivel estatal, por la consideración del mineral de interés nacional y a los precios más remunerados. Pero siguió restando las características de los criaderos, de poca ley y escasa potencia, que hacen que no se llegue a la producción necesaria, tal y como se especifica en la Estadística Minera.

PERIODO DE 1941 A 1973

En julio de 1941 se formó el C.O.M.E.I.N., Consejo Ordenador de Minerales Especiales de Interés Militar. Este organismo fue el responsable de controlar, adquirir y distribuir la producción de manganeso en su totalidad hasta 1959 con su disolución, incluso los distribuidos por las factorías de aleación de hierro (Ramírez Copeiro y Maroto Aranda, 1995; Pinedo Vara, 1963).

Estas intervenciones del C.O.M.E.I.N. conllevan diferentes inversiones, entre las cuales se destacó la ejecución de un ramal ferroviario que comunicaba la mina de Soloviejo, La Joya, con la estación de Concepción, facilitando la salida del mineral producido por San Juan del Puerto y a través de Zalamea la Real.

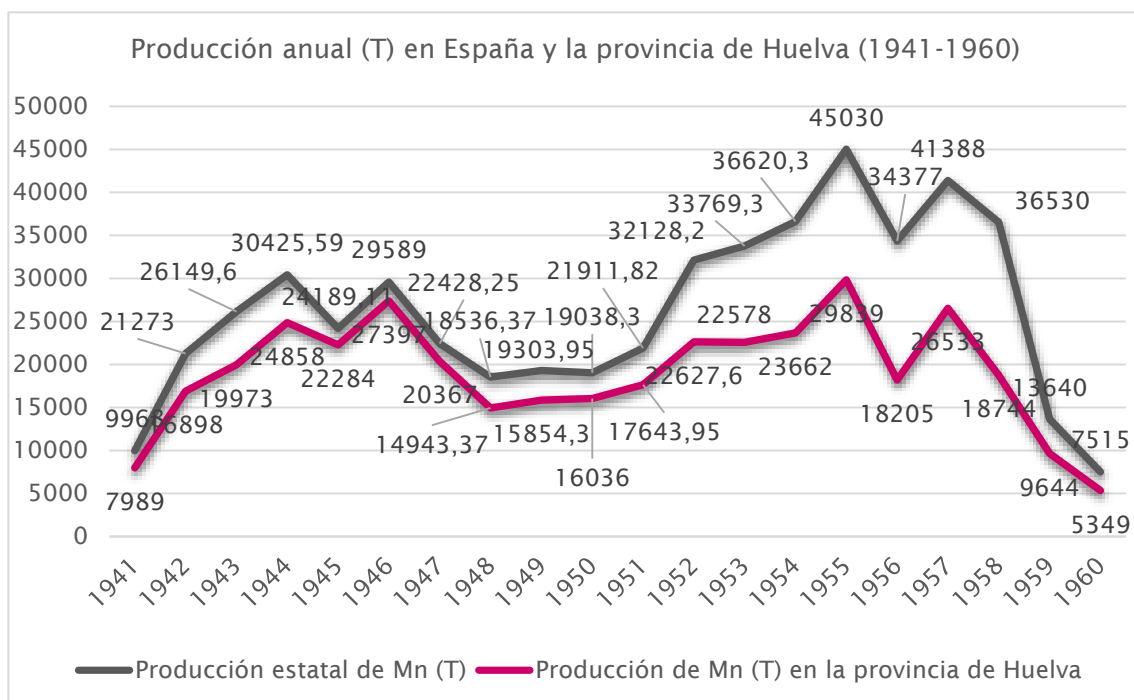


Figura 39: Producción anual en España y la provincia de Huelva (1941-1960)

El repunte con el que contaba la producción de manganeso se paró por la falta de suministro de agua para el lavado del material y por las limitaciones en el suministro eléctrico al contar con una industria hidroeléctrica con restricciones debido a la sequía que se produjo en 1942 y 1943.

A pesar de este contratiempo, de manera general, la tendencia de la minería a partir de 1940 fue ascendente hasta 1955, aunque con etapas menos productivas como la que se produjo entre 1947 y 1950 al tener que adquirir el C.O.M.E.I.N. las instalaciones del “*Grupo Soloviejo*” por problemas financieros, al estocaje con el que cuentan las factorías y a que el propio C.O.M.E.I.N. exige una ley mínima del 37% para la venta del manganeso, lo cual ya es poco habitual en la provincia de Huelva.

Esta misma tendencia general se mantuvo en la producción onubense, la cual mantuvo un aporte de mineral de manganeso a la producción total del país superior al 80% hasta 1952, donde comenzó a descender la producción en Huelva.

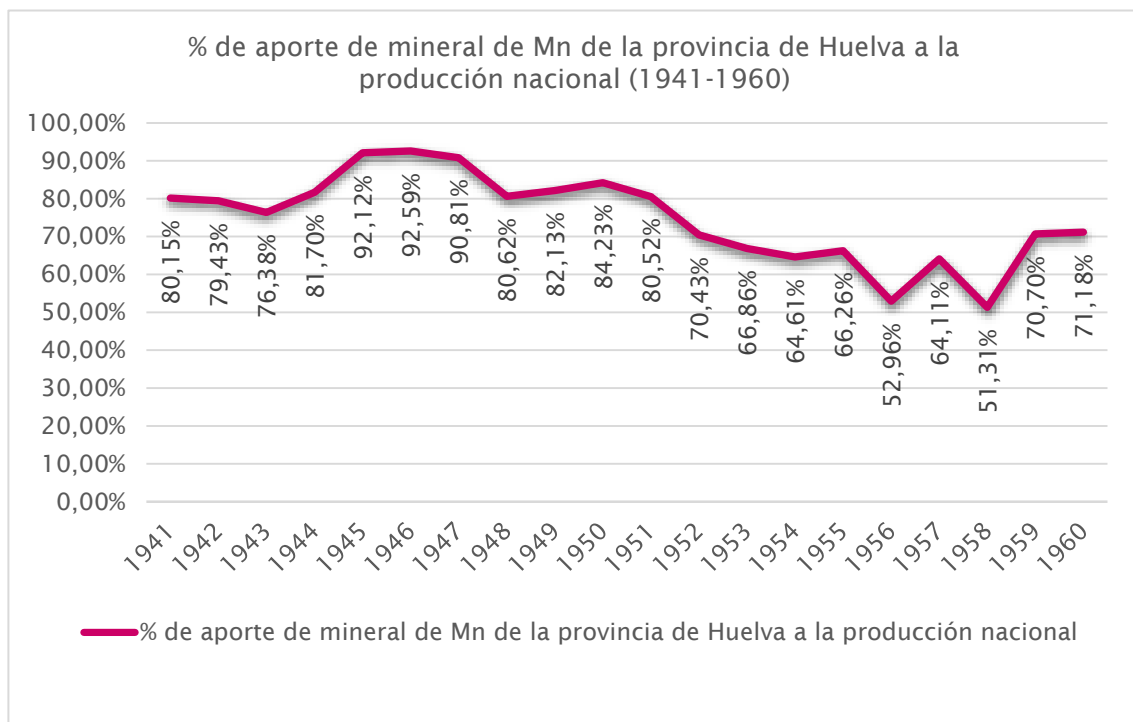


Figura 420 Porcentaje de aporte de mineral de Mn de la provincia de Huelva a la producción nacional (1941-1960)

Fue a partir de 1952 donde la producción de otras provincias comienza a ser más relevantes en el cómputo global de la producción estatal, pese a que algunas de ellas comenzaron a producir desde la intervención del C.O.M.E.I.N. y que ninguna de ellas llega a la incidencia de la producción onubense.

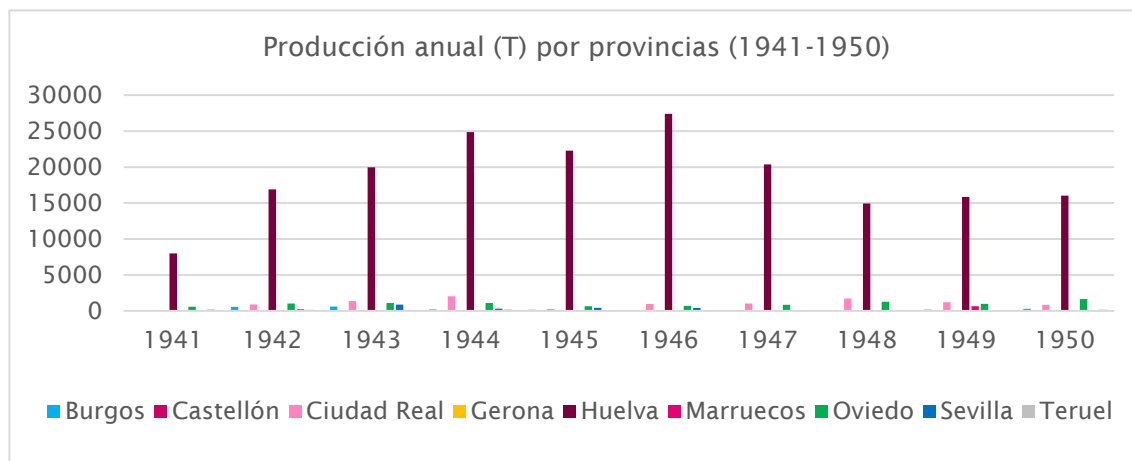


Figura 41: Producción anual de mineral de Mn por provincias (1941-1950)

Llama la atención la incorporación de minerales de manganeso provenientes de marruecos y los cuales se producen en los territorios propios de Ceuta y Melilla.

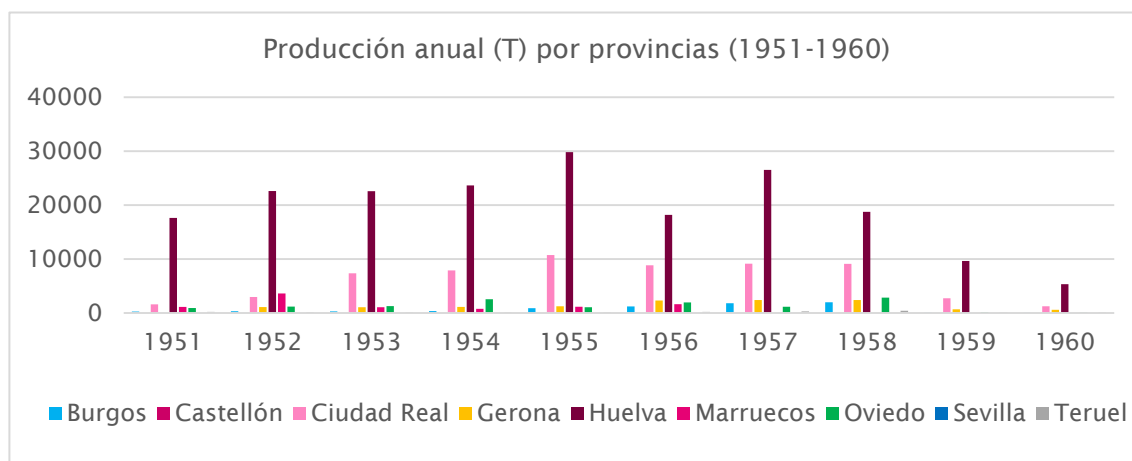


Figura 42: Producción anual de mineral de Mn por provincias (1951-1960)

Durante los últimos años se apreció el descenso en la producción de mineral de manganeso. Si bien las limitaciones o exigencias impuestas por el COMEIN en los años cincuenta sobre la calidad del mineral ya afectó a la minería onubense. Fue a partir de junio de 1959 cuando el período de crisis en la minería se hizo evidente tras los nuevos planes de estabilización nacional, quienes buscan mejorar la importación de algunos recursos como el manganeso, provocando el abandono progresivo de este tipo de minería.

La producción de minerales de manganeso se paralizó por completo en 1973 con el cierre de la única mina de manganeso que continuaba siendo explotada, “Soloviejo”, en Huelva (Marchán Sanz y Regueiro y González Barros, 1987).

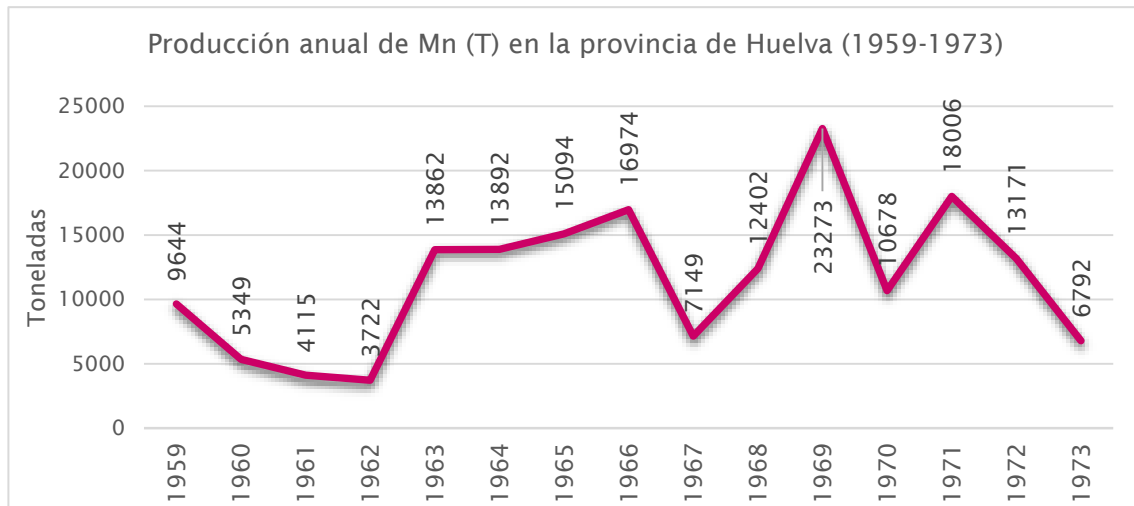


Figura 43: Producción anual de mineral de Mn en la provincia de Huelva (1959-1973)

CAPÍTULO V

HORMIGONES Y MANGANESO

PASIVOS AMBIENTALES MINEROS. POTENCIAL DE LA GANGA DE CHERT

Se ha dejado constancia que la minería de manganeso, durante el siglo XIX, fue significativa en el territorio nacional español, siendo la provincia de Huelva la principal productora de minerales de manganeso y la que contó con un mayor número de minas activas dedicadas a la extracción de este material.

Igualmente, se ha reflejado la fluctuación continua de la producción del mineral manganesífero, la cual quedaba agravada por los altos costes del transporte de la época y la poca inversión en los trabajos de estudio y profundización, lo cual hizo que este tipo de minería fuera siempre la segunda en importancia en Huelva, superada por la de extracción de cobre.

Esta fluctuación en la producción y las propias características de los yacimientos y del tipo de minería extractiva que se lleva a cabo, superficial y de aprovechamiento, provocó que, aunque existieran minas activas de larga duración y permanentes en el tiempo, se solicitaran permisos de explotación de minas de manganeso de una manera asidua, bien por la situación favorable de los precios, bien por el agotamiento de los criaderos y la apertura de otros nuevos.

Todos estos condicionantes han hecho que la provincia de Huelva cuente con un número inventariado de, al menos, 159 minas de manganeso abandonadas, en muchas de las cuales podemos encontrar asociadas las escombreras propias de la actividad, con la correspondientes degradaciones paisajísticas y condiciones medioambientales de los parajes en los que se encuentran.

La ganga de chert, las cuales localizamos en las escombreras de las antiguas explotaciones, son un compuesto con un contenido medio que supera el 80% en SiO₂ (Salguero, 2012). En ellos se encuentran cantidades mínimas de sodio, calcio, fósforo, aluminio, potasio, magnesio o compuestos de estos minerales lo cual hace que se considere a la ganga de chert como material estéril. Es esta característica la que permite que se pueda utilizar en la composición de hormigones.

Por tanto, entendemos que es más que apropiado el uso o aprovechamiento de esta ganga de chert en la fabricación de hormigones, ya que su recuperación convertiría un pasivo minero en un activo medioambiental, con numerosas fuentes de aprovechamiento en la provincia de Huelva, ya localizadas.

El tratamiento de las escombreras de las antiguas explotaciones como nuevos criaderos de filler o árido de manganeso generaría además la mejora de las condiciones medioambientales de los parajes de las minas.

Hay que tener en cuenta que la explotación minera causó y sigue causando impactos significativos en el suelo, los cuales se producen como resultado de la eliminación o la modificación profunda del suelo. Los suelos que quedan tras la actividad minera están compuestos por diversos materiales deteriorados, como productos residuales de las extracciones y escombros, lo que dificulta el desarrollo de una cobertura vegetal en ellos.

Chopin y Alloway (2007) realizaron los primeros estudios sobre la contaminación de suelos de minas, investigando la distribución y el movimiento de algunos elementos traza en los suelos y la vegetación cercana a las minas de Tharsis y Riotinto. Confirmaron que estos suelos acumulan una gran cantidad de elementos de origen minero y que su concentración en elementos traza es alta en comparación con otros suelos con características litológicas similares.

Otros trabajos relacionados con el tema incluyen el de Alvarenga et al. (2008) sobre suelos agrícolas afectados por minas en el sur de Portugal, el estudio de López et al. (2008) donde se determina la fracción movilizable y bioacumulable de una serie de elementos traza en suelos de Riotinto y alrededores, y el de Fernández Caliani et al. (2009), que describe las características edafológicas y el contenido total de elementos traza potencialmente tóxicos en suelos de minas abandonadas de la Faja Pirítica.

La contaminación de suelos con metales y metaloides potencialmente tóxicos es uno de los mayores riesgos en las zonas de minas abandonadas y afecta actualmente a muchos países con industria minera, y aunque con los residuos manganesíferos no se producen drenajes ácidos, si se producen otro tipo de afecciones que pueden ser corregidas o minimizadas con la recuperación de estas escombreras.

POSIBLE USO DE RESIDUOS DE MANGANESO EN HORMIGONES

La utilización de los residuos de manganeso, la ganga de chert, se ha venido desarrollando en los últimos años para su utilización no sólo como componente de hormigones estructurales sino también como elemento en la ejecución in situ de barreras de seguridad en carreteras o en la de mezclas bituminosas (Salguero, 2012).

Los estudios que se llevaron a cabo anteriormente, en los cuales se incluía algún mineral de manganeso en la composición de los hormigones, se limitaban al estudio del uso de residuos provenientes de altos hornos (Kennerley, 1977; Péra, 1999; Frías, 2005) en la estabilización de subbases de carreteras mezclada con cemento Portland o en el aprovechamiento de residuos finos de explotaciones submarinas (Wiltshire, 1997, 1999, 2000; Loudat, 1997; Bai, 2005 y 2008).

Fue Kennerly, en 1977, quién refirió una mejora en la resistencia en los cementos siempre y cuando el contenido de manganeso (Mn_2O_3) no superara el 4% en las escorias de altos hornos utilizada. Añadió también que la resistencia de los cementos se vio mermada al aumentar este porcentaje.

Sin embargo, se obtuvieron mejores resultados al sustituir el humo de sílice por escorias de altos hornos con un contenido de MnO máximo del 21%. La mezcla de la escoria con cemento Portland como aglutinante para la estabilización de subbases de carreteras. Se emplearon dosificaciones de 450 kg/m³ de cemento y 50 kg/m³ de escorias de alto horno (Pèra et al., 1999).

No fue hasta 2005, tal y como publicó Frías, cuando se generan hormigones con una composición en la cual el árido fue sustituido por completo por escorias de alto horno definidas como silicomanganeso. El estudio de Frías concluyó que la escoria empleada de SiMn no producía reacción árido-álcali y que cumplía con la norma vigente UNE 146508 en referencia a sus características físico-químicas, que dicho árido reciclado presenta alta resistencia al desgaste de los Ángeles, que también cumplía con los preceptos normativos en relación al coeficiente de forma y absorción de agua (EHE). Estas conclusiones se

acompañaron con la resistencia que mostró una probeta cilíndrica de hormigón fabricada bajo la dosificación de $25\text{Kg}/\text{m}^3$ de cemento y una relación de agua-cemento $A/C=0,63$, con unas dimensiones de $75\times 150\text{mm}$ y ensayada a los 28 días de curado. El ensayo arrojó una resistencia de $40,21\text{ MPa}$, mientras que la resistencia del hormigón, a los 28 días, queda establecida en los 25 MPa .

Las referencias que se han presentado se basan en el uso de escorias de alto horno o en la reutilización de residuos finos de explotaciones submarinas del mineral de manganeso. Estas investigaciones concluyen que el uso de estos residuos aumenta la resistencia a la compresión del hormigón, mejora su moldeabilidad, aumenta su densidad y reduce su porosidad (Wiltshire, 1999). Además, se ha demostrado que tienen propiedades inhibitorias de la corrosión, la aparición de manchas y las bioincrustaciones (Wiltshire, 1997; Wiltshire et al., 2000).

No se ha descrito hasta ahora la utilización de residuos de manganesos provenientes de minas terrestres en las cuales su principal producción se centrara en minerales de manganeso.

La investigación iniciada por el Dr. Salguero conllevó la primera utilización de este tipo de escombros en la fabricación de hormigones estructurales y proponía también la posibilidad de usarlo en el campo de la ingeniería civil. El uso de este residuo fue la sustitución del 20% del filler utilizado en la fabricación de hormigones por filler manganesífero. Los ensayos realizados sobre las probetas de hormigones en cuya composición se incluyó el manganeso arrojaron que la resistencia del hormigón a ensayo de compresión uniaxial se viera mayorada en más del 30%, así como una menor dispersión en los datos recogidos que sugerían un material más fiable (Salguero, 2012).

FABRICACIÓN DE PROBETAS Y ENSAYOS

Para la realización de los ensayos propios, se comenzó por tomar diferentes muestras de las minas “Santiago” y “Soloviejo”. Se tomaron 5 muestras representativas de la escombrera de la mina de Santiago. Se toman de esta escombrera para que la muestra extraída y usada en las probetas propias tuvieran el mismo origen que las usadas en el estudio de Salguero (2012).

Una vez en el laboratorio, las muestras tomadas fueron sometidas a moliendas sucesivas a través de la machacadora de mandíbulas y el molino de bolas hasta conseguir el fraccionamiento de las muestras. Este proceso se tuvo que realizar en diferentes momentos hasta conseguir muestras significativas de cada una de las fracciones, ya que la nueva propuesta es, no sólo sustituir el filler, o parte proporcional del mismo, sino el árido completo de la dosificación por árido manganesífero. Para esta finalidad, el residuo original se redujo a la fracción 32/16 y a la 63 μm .

Para comprobar el coeficiente de forma, se tomaron muestras de cada una de las fracciones conseguidas.

En la dosificación seguida para la creación de las probetas no se tomó en consideración las efectuaras en el estudio de investigación de Salguero, ya que estas respondían a las dosificaciones clásicas para obtención de un hormigón normal: Se optó por generar una dosificación especial en la cual se buscaba la obtención de un hormigón de alta o muy alta resistencia, para lo cual se optó por incrementar el contenido de cemento al máximo posible, generando así la dosificación de nuestros testigos, que responde a:

Amasada (Dos. por m ³)	Cem. (kg)	A/C	Agua (l)	Grava (kg)	Arena (Kg)	Grava Mn (Kg)	Filler Mn (kg)	Glenium Ac-324 (kg)
T. Control AR	600	0,25	150	745,03	1026,74	-	-	15
T. Mn100	600	0,25	150	-	-	883,49	1228,16	15

Tabla 04: Dosificación por m³ de la amasada de control y de la amasada con árido de manganeso.

La dosificación anterior que se usó en la investigación publicada en 2012 es la siguiente:

Amasada (Dos. por m ³)	Cem. (kg)	A/C	Agua (l)	Grava (kg)	Arena (Kg)	Grava Mn (Kg)	Filler Mn (kg)	Glenium Ac-324 (kg)
T. Control N	375	0,44	165	925,76	995,71	-	-	4,69
T. Mn 20	375	0,44	165	925,76	796,57	-	199,14	4,69

Tabla 05: Dosificación por m³ de la amasada de control y de la amasada con 20% en arena de manganeso (Salguero, 2012).

Estas dosificaciones responden a los preceptos de la norma EHE-08, en la cual se recogen los valores extremos permitidos y que arrojaron los valores expuestos en la tabla anterior.

En la fabricación de las amasadas se utilizó cemento EN 197-1 CEM I 52,5 R designado así de acuerdo con la norma RC-08, suministrado por la fábrica de cementos del Grupo Cementos Portland Valderrivas en Alcalá de Guadaíra (Sevilla). Los áridos y la arena son silíceos y proceden de la cantera de Áridos y Transportes Cabañas, S. L., en Palos de la Frontera (Huelva).

Las fracciones de los áridos, según se recoge en la norma UNE 146901, responde a la clasificación de AF-0/4-R-S y AG-4/16-R-S para la fracción fina y gruesa respectivamente, con módulos granulométricos de 4,06 y 7,54 en igual orden. Igualmente, la grava de manganeso, su granulometría, se tomó utilizando el método racional a partir de las fracciones conseguidas en la molienda y clasificación de las muestras tomadas., consiguiendo así la máxima similitud en la sustitución de los áridos.

Además de los componentes utilizados, se empleó el GLENIUM AC-324, adicionando un máximo de 1,25% en peso del cemento.

Una vez generada la amasada en el laboratorio pasamos a fabricar las probetas. Para ello, se vertió la amasada en un carro de mano, permitiendo así el tomar muestras representativas de la amasada, ya que, si se hubiera vertido de manera directa de la hormigonera a los moldes, se hubiera generado un molde con la composición más fluida de la mezcla. De este modo, el llenado de los moldes, a través de palines, se realiza con partes más homogéneas de la mezcla.

Con un molde lleno de una primera tongada, aproximadamente un tercio del propio molde se procede a su compactación de manera manual, distribuyendo veinticinco golpes con una barra estandarizada de acero de manera uniforme y transversal al molde pero sin golpear el fondo del molde. El objetivo de estos golpes es la de eliminar las posibles burbujas. Esta operación se repetirá dos veces más hasta colmar el molde. Una vez golpeará por tercera vez con la barra, se golpeó suavemente los laterales del molde con una maza de teflón hasta que dejen de aparecer burbujas en la superficie y se haya regularizado la superficie tras las hincas de la barra. Se completa hasta el borde del molde y se alisa la superficie con una llana, se niveló la superficie y se retiró el sobrante de la amasada.

Se marcaron las probetas y se mantuvieron en el molde veinticuatro horas a una temperatura media de 25° C. Una vez fueron desmoldadas, se curaron sumergidas en agua a una temperatura de 20°C.

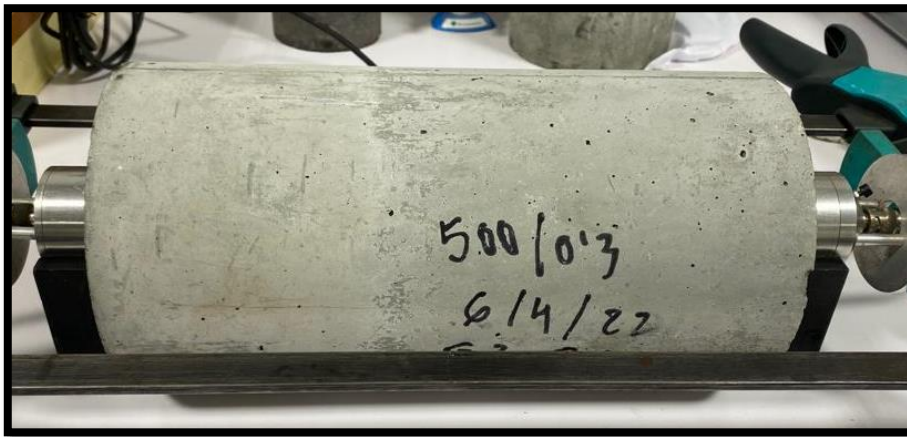


Imagen 08: Probeta de control identificada.

Una vez obtenidas las dos familias de probetas de hormigón, una de probetas control con la dosificación habitual para los hormigones estructurales, y la otra, con probetas donde se ha sustituido por completo el árido por los residuos manganesíferos, se pasa a estudiar el comportamiento de éstas a través del ensayo a compresión simple.

El ensayo de compresión simple se basa en someter a una presión uniaxial creciente a velocidad constante a la probeta de hormigón, en nuestro caso, a lo largo de su eje longitudinal. Para que esta presión resulte eficaz, se prepara la muestra o probeta para que las superficies donde se aplique la carga sean completamente planas, se pulen o refrentan las caras que lo necesiten, al menos una por probeta.

Una vez asegurada la planeidad de las caras de la probeta, se pasó a preparar la máquina de ensayo. Se ajustaron y limpiaron los platos para las dimensiones de las probetas. Se revisó que no existieran restos de gravilla o cualquier otro elemento de ensayos anteriores, barriendo la superficie con una paletina.

Se secan las probetas y se colocan en los platos, centrándola en función de las marcas de los propios platos para que la carga se realice de manera centrada.

Este ensayo a compresión se ha realizado en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción de la Universidad de Huelva, con un equipo formado por una consola automática de control "Automax 5" y una máquina de compresión, modelo 50-C5652, con una capacidad de carga máxima de 3000 kN. Para poder medir las deformaciones durante el ensayo se ha optado por la



Imagen 09: Preparación y secado de probetas para el ensayo

Imagen 10: Máquina de compresión Controls, modelo 50-C5652.



utilización de un sensor electrónico según modelo 55-C0222/F, el cual se ha conectado a un equipo de adquisición de datos, la cual ha registrado el alargamiento o desplazamiento sufrido por la parte móvil del sensor con alta precisión. Todos estos equipos pertenecen a la casa “Controls”.

Durante las fases de elaboración o preparación de las amasadas, como en el tratamiento de las probetas hasta su ensayo se ha seguido la normativa vigente en al Comunidad Europea y España, siendo ésta principalmente la norma UNE-EN 12390, más en concreto, las partes que se relacionan a continuación:

- Comité Técnico AEN/CTN 83 Hormigón. UNE-EN 12390-1 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medida y otras clases de características de las probetas y moldes. AENOR (2001).
- Comité Técnico AEN/CTN 83 Hormigón. UNE-EN 12390-2 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia. AENOR (2009).
- Comité Técnico AEN/CTN 83 Hormigón. UNE-EN 12390-3 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas. AENOR (2009).
- Comité Técnico AEN/CTN 83 Hormigón. UNE-EN 12390-4 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Resistencia a compresión. Características de las máquinas de ensayo. AENOR (2001).

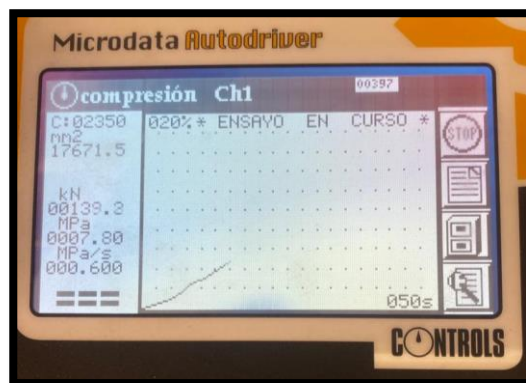


Imagen 11 (arriba): Display de máquina de compresión Controls, mod. 50-C5652 durante el ensayo.

Imagen 12 (izquierda): Probeta con sensor de deformación lista para ser ensayada.

HIPÓTESIS SOBRE LA MEJORA DE RESISTENCIA DE HORMIGONES A ESFUERZO DE COMPRESIÓN AXIL CENTRADA

La línea de investigación, ya iniciada en el Área de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras del Departamento de Ingeniería Minera, Mecánica, Energética y de la Construcción de la Universidad de Huelva por el Dr. Salguero, en la cual se trabaja, entre otros objetivos, para obtener una dosificación, producción y ensayo de hormigones autocompactables de alta (f_{ck} entre 50 y 100 MPa) y muy alta resistencia (f_{ck} superior a 100 MPa) nos permite la posibilidad de buscar una dosificación y composición de hormigones que, mientras cumplan con los preceptos normativos mejoren las características del hormigón o generen propiedades nuevas. Así, continuando con lo que fue la primera fase de esta investigación en la cual se sustituyó un 20% del fino de la muestra por filler de manganeso, se a generado una nueva amasada en la cual todo el árido se ha visto sustituido por ganga manganesífera.

El ensayo realizado a las probetas de sendas familias, tanto la familia del hormigón de control como a la familia de manganeso, hasta la rotura de las mismas, ha determinado las curvas de tensión deformación y la resistencia máxima alcanzada para cada una de ellas. Arrojando las siguientes gráficas:

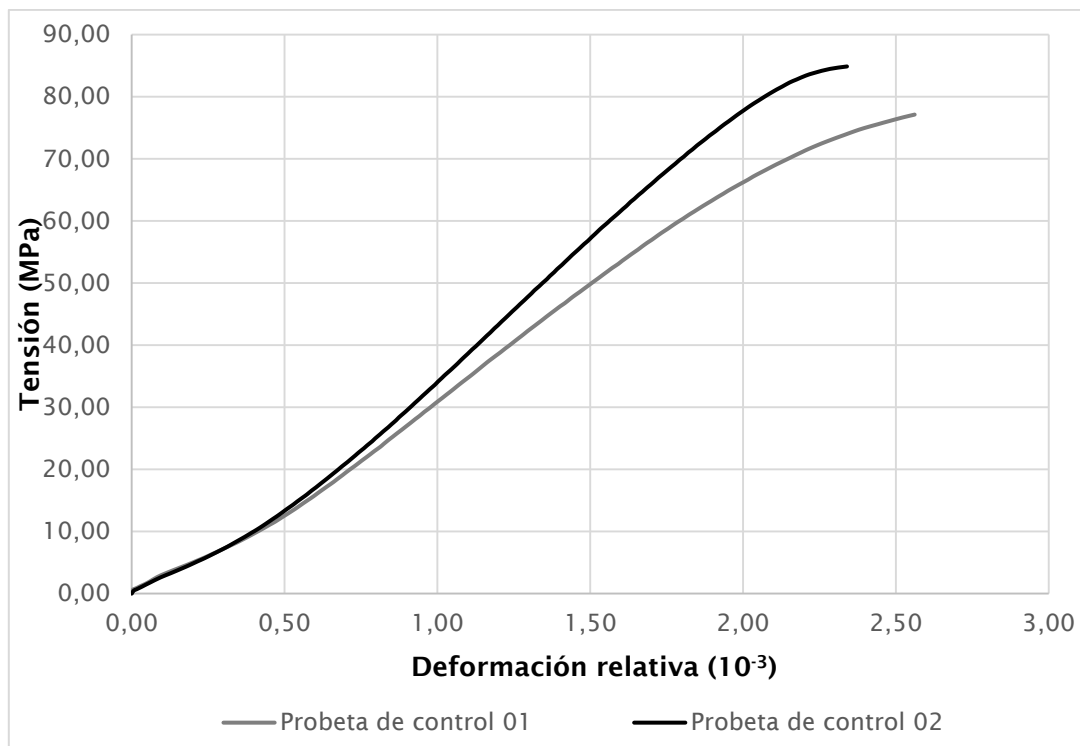


Figura 44 Gráfica Tensión-Deformación de las probetas de control.

Atendiendo a lo mostrado por los resultados de los ensayos a compresión, las probetas de control, de hormigón estructural de alta resistencia, de componentes clásicos muestran una resistencia de 77,11 MPa y de 84,86 MPa.

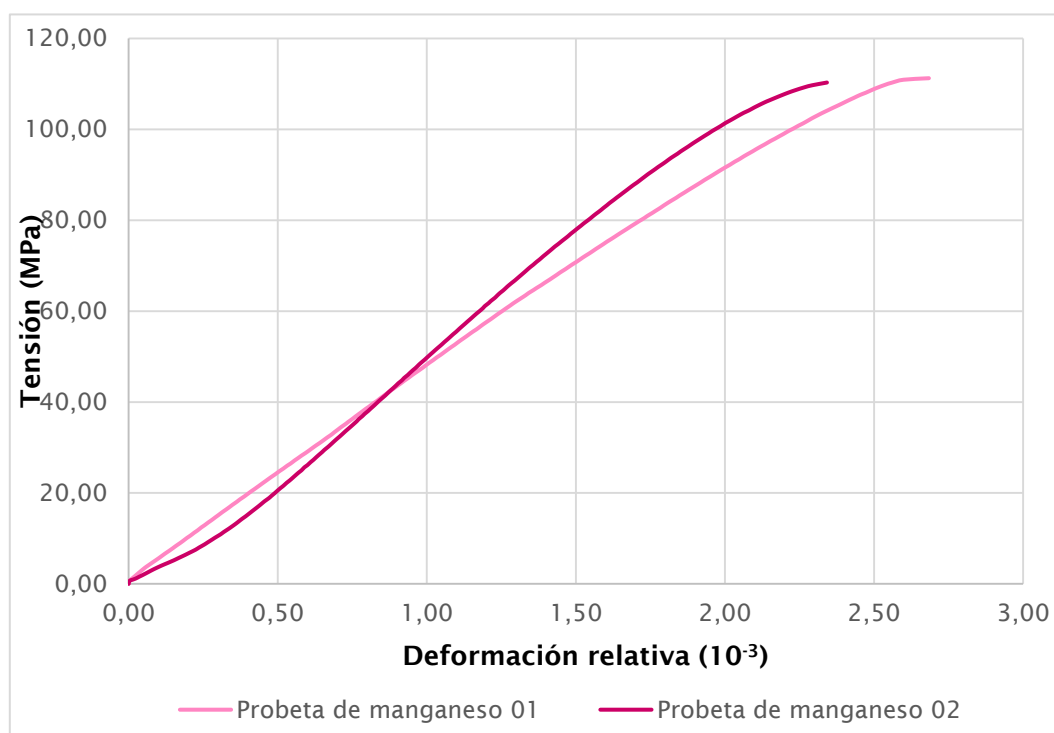


Figura 45: Gráfica Tensión-Deformación de las probetas de manganeso.

El ensayo de las dos probetas obtenidas a partir de la amasada con la sustitución completa del árido y la arena nos permite conocer la resistencia que han mostrado sendas probetas a la compresión uniaxial a la cual se las ha sometido. Se han obtenido una resistencia de 110,30 MPa y de 111,25 MPa.

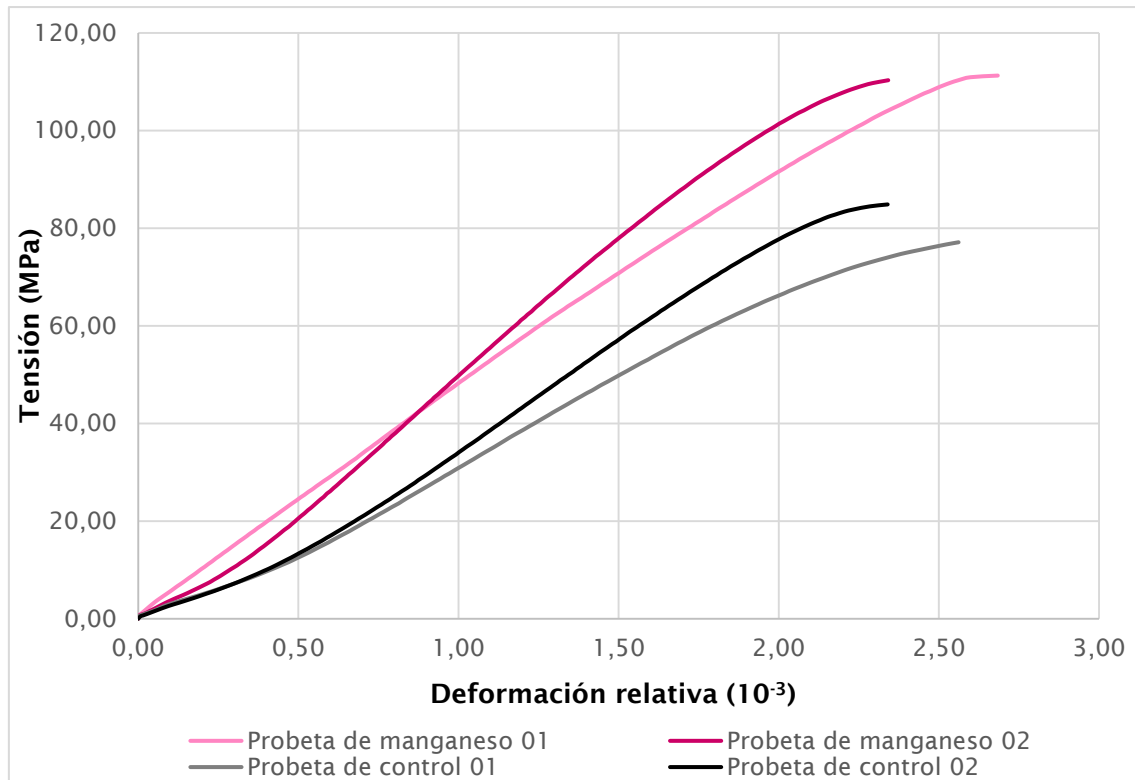


Figura 46: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las probetas de control y las de manganeso.

Esta nueva composición, en la cual se usa árido y arena manganesífera con contenido silíceo, obtiene, de acuerdo con los ensayos y las gráficas de tensión deformación mostradas una resistencia máxima media de 110,75 MPa, lo que ha supuesto un incremento del 36% sobre la resistencia mostrada por las probetas de control de hormigón estructural de alta resistencia de componentes clásicos.

Estos resultados permiten una aproximación a los resultados publicados por Salguero, 2012, y un comparativa entre ellos, que reflejamos en las siguientes figuras:

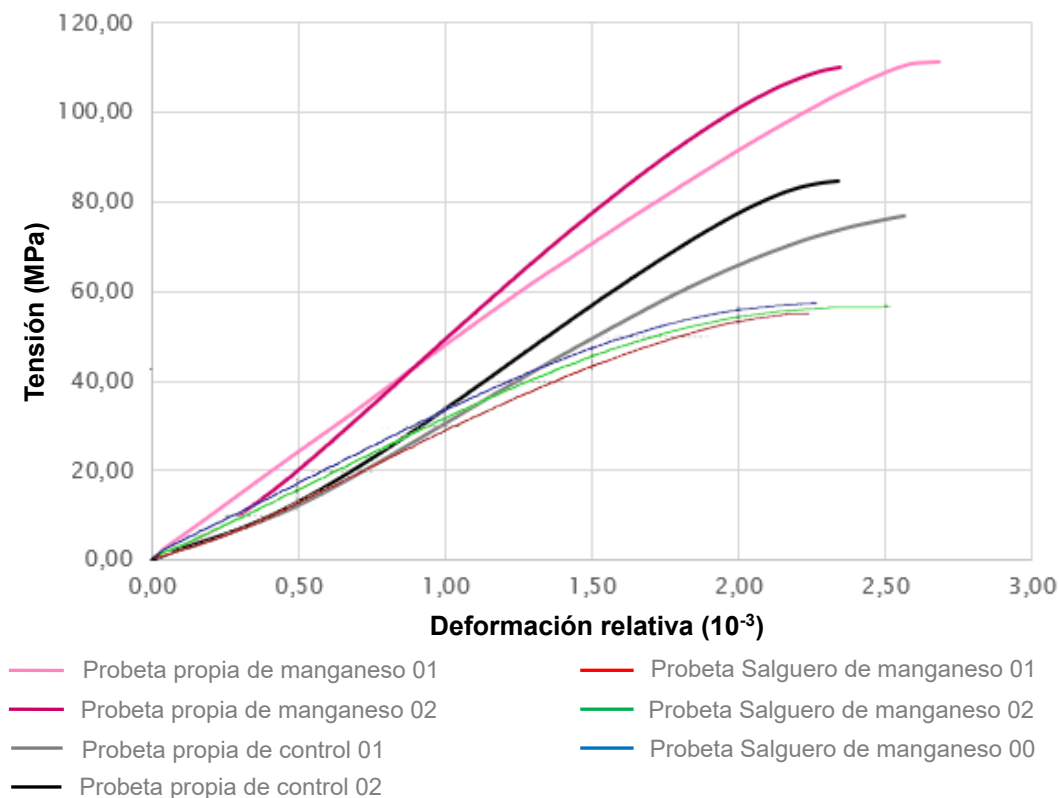


Figura 47: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las probetas de control y las de manganeso (100%) y familia de probetas con 20% de Mn de Dr. Salguero (2012).)

Con las probetas en las cuales se contenía un 20% de fino de manganeso, al cabo de los 28 días, y tras el ensayo, se obtuvo una resistencia máxima media de 56,44 MPa (Salguero. 2012). Si comparamos estos resultados con los obtenidos en nuestros ensayos, en los cuales se ha obtenido una resistencia máxima media de 110,77 MPa, podemos concluir que el incremento de la resistencia no se produce de una manera proporcional al incremento de manganeso en su composición, al menos, a priori.

De igual manera, si comparamos las curvas de tensión-deformación publicadas observamos una mayor dispersión en los datos de las probetas con un contenido del 100% de manganeso frente a las probetas de tan sólo el 20% de filler de manganeso.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Tras las investigaciones efectuadas y según los datos que de ellas se obtienen, podemos extraer las conclusiones que se detallan a continuación:

1. Que la provincia de Huelva cuenta, al menos, con 159 minas relevantes que han sido inventariadas y las cuales se dedicaron históricamente a la extracción y producción de manganeso en la provincia de Huelva. En su descripción se facilita la localización geográfica a través de coordenadas del sistema Huso 30 ED50, término municipal y paraje. Incorporando también el tipo de labores que se llevaron a cabo en ellas.
2. En el análisis exhaustivo de las producciones de minerales de manganeso en la provincia de Huelva, comparándolo con la producción nacional y el de otras provincias productoras se deja patente la relevancia de la minería manganesífera onubense tanto a nivel nacional como internacional en los diferentes períodos. Que no ha existido otra provincia que haya producido una cantidad de mineral de manganeso que sea comparable a lo extraído en la provincia de Huelva y que este aporte de producción se ha mantenido a lo largo de todo el periodo en el que este tipo de minería tenía actividad en el territorio nacional.
3. La existencia de la posibilidad de un aprovechamiento económico de las escombreras de minerales manganesíferos a través de su utilización en diferentes campos, así como la reconversión de estos residuos en activos medioambientales que favorezcan, a través de su aprovechamiento, la recuperación de las condiciones medioambientales y eviten una mayor contaminación del suelo. Esta posibilidad se hace real al encontrar fácilmente escombreras vinculadas a las explotaciones inventariadas y al demostrar su comportamiento en la composición de hormigones.
4. Se establece una hipótesis de mejora la resistencia característica del hormigón a compresión uniaxial centrada a partir de la utilización de minerales de manganeso en su composición como sustitución del árido o

la grava que lo componen. Árido o grava manganesífera que procederá principalmente de las escombreras de las minas inventariadas.

- Y sobre la relación entre el incremento de la resistencia del hormigón y el aporte de material de manganeso, la cual no implica un crecimiento proporcional de la resistencia, sino que, por lo contrario, existe una relación máxima de aprovechamiento de este recurso.

Si bien se obtuvo un incremento de la resistencia de casi el 40%, entre las probetas de control de hormigón normal y con las de sustitución de un 20% del fino por manganeso, tal y como se recoge en la siguiente figura,

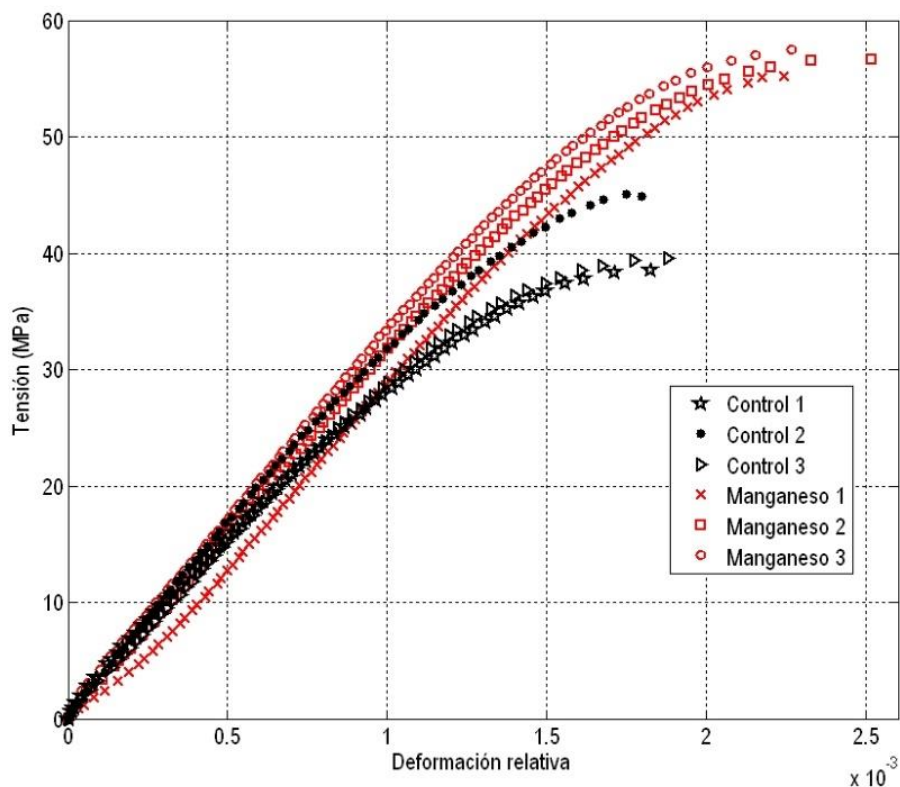


Figura 48: Gráfica Tensión-Deformación. Comparativa entre las dos familias (Salguero, 2012)

con la sustitución de todo el árido y la grava por residuos manganesíferos, se ha obtenido un incremento de la resistencia del hormigón del 36,7 %. Lo cual hace intuir que la incorporación de manganeso en las composiciones de hormigones puede responder a un crecimiento no lineal en la resistencia de dichos hormigones. El incremento de las resistencias entre las familias sin componente manganesífero responde aproximadamente al 100%, duplicando su resistencia,

al igual que ocurre con el aumento en la resistencia entre las probetas con una sustitución del 20% y 100% del árido habitual por el proveniente de las escombreras de las minas de manganeso. Es decir, que para dosificaciones proporcionales, si al sustituir un 20% del fino se duplica la resistencia, al sustituir el 100% del árido total, fino y grueso, a resistencia debería incrementarse en cinco veces la inicial, lo cual no sólo no sucede, sino que además minora aproximadamente en cuatro puntos el porcentaje de incremento de la resistencia.

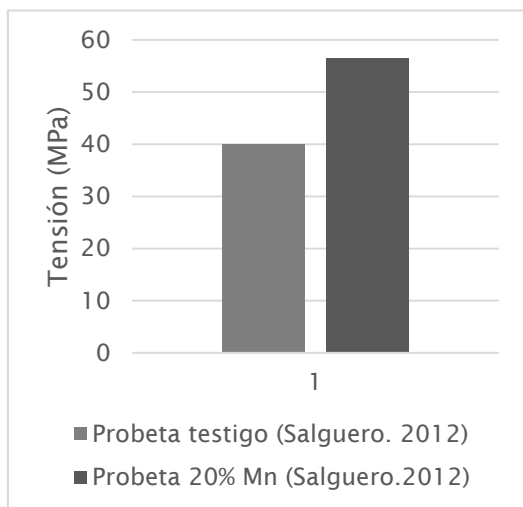


Figura 49: Comparativa de tensión máxima media del ensayo de Salguero (Salguero, 2012)

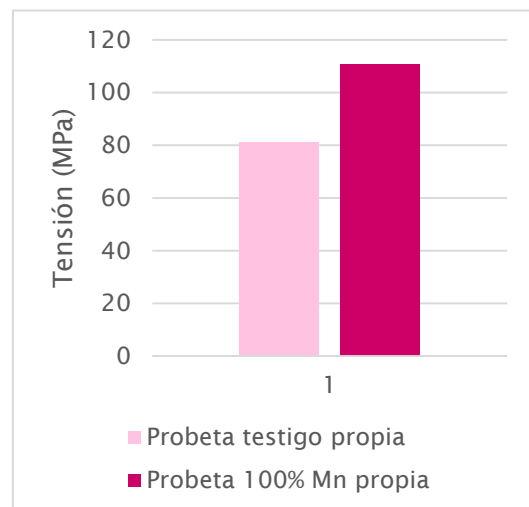


Figura 50: Comparativa de tensión máxima media.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS

Igualmente, tras la investigación desarrollada y los resultados expuestos en las conclusiones de este trabajo se presentan como principales líneas de investigación abiertas las siguientes:

1. Establecer una relación de la influencia de la minería de manganeso en el desarrollo, poblacional y económico, de la provincia o municipios en los cuales se encontraban los yacimientos.
2. Localizar de manera fehaciente la ubicación geográfica de las escolleras, así como estimar su cubicación o rentabilidad económica a partir de su uso como activo ambiental minero.
3. Estudiar la rentabilidad de la explotación de las escombreras en función al contenido de manganeso aprovechable o la composición del residuo de cada nicho, estimado los gastos de extracción de material y del transporte del mismo en función de la evaluación del mercado.
4. Establecer y comprobar la dosificación óptima de la incorporación de manganeso a la formación del amasado del hormigón que permita una mejora en la resistencia de manera considerable en función del coste de la extracción y procesado de los residuos mineros de manganeso provenientes de escombreras. Así como la granulometría del mineral y su comportamiento con aditivos homologados y habituales en el uso de hormigones, ya que, según nuestro estudio, parece como más rentable la sustitución de solamente el fino por el de la misma fracción de manganeso, mermando el incremento de la resistencia la incluir también las granulometrías correspondientes a la grava.
5. Estudiar o investigar el comportamiento del hormigón con inclusión de minerales de manganeso en condiciones extremas o adversas (frío, calor, sumergido,...), así como establecer la curva de resistencia/tiempo de fraguado del hormigón a lo largo de diferentes períodos de tiempo, contrastando la durabilidad y resistencia al ataque por los cloruros de

origen marino en zona de carrera de mareas o por otros agentes diferentes.

6. Estudiar o profundizar en las reacciones físico químicas del manganeso con el resto de componentes del hormigón o aditivos y sus posibles efectos, como los fotocatalíticos en sustitución del TiO_2 , teniendo en cuenta para evaluar su idoneidad como sustituto el alto precio del aditivo convencional, las posibles propiedades antibioincrustación de la adición de estos residuos en hormigones estructurales
7. Establecer un estudio que responda a posibles soluciones para conseguir una regeneración lo más completa posible de las zonas ambientalmente deterioradas por la acumulación de escombros procedentes de la explotación del mineral de manganeso en la FPI a través de la valorización de estos residuos.

REFERENCIAS

Almodóvar, G.R.; Sáez, R. (2004). Los sulfuros masivos de la Faja Pirítica Ibérica. En: Geología de España (Vera, J.A. eds.). SGE-IGME, Madrid, pp. 207 – 209.

Almodóvar, G.R.; Sáez, R.; Pons, J.M.; Maestre, A.; Toscano, M.; Pascual, E. (1998). Geology and genesis of the Aznalcóllar massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Spain. *Mineralium Deposita* 33, pp. 111 – 136.

Armengot, J.; Espí, J.A.; Vázquez, F. (2006). Orígenes y desarrollo de la minería. *Industria y Minería*. Madrid. N° 365: pp. 17 - 28.

Aström, M. (2001). Abundance and fractionation patterns of rare Earth elements in streams affected by acid sulphate soils. *Chemical Geology* 175, pp. 249 – 258.

Bai, Z., Wiltshire, J.C. Composition and useful properties of tailings of marine manganese nodules and crusts, *Marine Georesources and Geotechnology*, V. 23, pp. 13-24, 2005.

Bai, Z., Wen, Z., Wiltshire, J.C. Marine mineral tailings use in anticorrosive coatings. *Proceedings of the OCEANS 2008 MTS/IEEE, QUEBEC Conference*, Quebec, Canada, 2008.

Blázquez, J.M.:” Exportaciones e importaciones en Hispania durante la República y el Alto Imperio Romano. Problemas económicos, sociales y técnicos”. En *Anuario de Historia Económica y Social*. Madrid, nº 2, 1969.

Boixereu, E.; Gumiel, P.; Feixas, C. (2011). Mineralizaciones de la Zona Sudportuguesa. En *Cartografía de recursos minerales de Andalucía* (A. García-Cortés, Ed. ppl.). IGME Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Madrid, 108 – 235.

Borchert, H. (1980). Geology and geochemistry of manganese. En Varentsov, I.M. y Grasselly, G.Y. (Eds.), 2º Simposio Internacional sobre Geología y Geoquímica del Manganeso, Australia. UNESCO. Hungría, pp. 45 – 60.

Borrego, J.; López-González, N.; Carro, B.; Lozano-Soria, O. (2004). Origino f the anomalies in Light and middle REE in sediments o fan estuary affected by phosphogypsum wastes (South-western Spain). *Marine Pollution Bulletin* 49, pp. 1045 – 1053.

Borrego, J.; López-González, N.; Carro, B.; Lozano-Soria, O. (2005). Geochemistry of rare-earth elements in Holocene sediments of an acidic estuary: Environmental markers (Tinto River Estuary, South-Western Spain). *Journal of Geochemical Exploration* 86, pp. 119 – 129.

Boulter, C.A. (1993). High level peperitic sills at Rio Tinto, Spain: Implications for stratigraphy and mineralization. *Transactions Institution Mining Metallurgy* 102, pp. b30 - b38.

Carrasco, I. (2000). Historia de la Faja Pirítica Ibérica. *Bocamina* 5, pp. 8-49.

Castro, A.; Fernández, C.; de la Rosa, J.D.; Moreno-Ventas, I.; Rogers, G. (1996). Significance of MORB-derived amphibolites from the Aracena Metamorphic belt, Southwest Spain. *Journal of Petrology* 37, pp. 235 – 260.

Chopin, E.I.B. y Alloway, B.J. (2007a). Trace element partitioning and soil particle characterisation around mining and smelting areas at Tharsis, Riotinto and Huelva, SW Spain. *Science of the Total Environment*, 373, 488-500.

Chopin, E.I.B. y Alloway, B.J. (2007b). Distribution and mobility of trace elements in soils and vegetation around the mining and smelting areas of Tharsis, Riotinto and Huelva, Iberian Pyrite Belt, SW Spain. *Water Air and Soil Pollution*, 182, 245-261.

Cinco, J. C. Jr. (2014). Philippine open pit copper operations; enhancing operational efficiency through value chain analysis. *Philippine Management Review* 21, pp. 69 – 86.

CMA (2006). Guía de la Faja Pirítica Ibérica. Historia y Naturaleza. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (INTERREG III A), 127 pp.

CMP (2014a). Cámara Minera del Perú. <http://enlacemineria.blogspot.com>.

CMP (2014b). Cámara Minera del Perú. <http://enlacemineria.blogspot.com.es/2014/01/groenlandia-mineria-o-no-mineria-ese-es.html>

Cowen, J.P.; Massot, G.J.; Baker, E.T. (1986). Bacterial scavenging of Mn and Fe in a mid-to far-field hydrothermal particle plume. *Nature* 322, pp. 169 – 171.

Cruz Crepo, A.; García Sánchez, L.L.; Quintana Puchol, R.; Perdomo González, L.; Gómez Pérez, C.R.; Jiménez Vielsa, G.E.; Cores Sánchez, A. (2004). Reducción carbotérmica de pirolusita para la obtención de ferromanganeso y escoria, adecuados al desarrollo de materiales de soldadura. *Revista de Metalurgia* 40 (3), pp. 163 – 172.

Dasgupta, S.; Sengupta, P.; Bhattacharya, P.A.; Mukherjee, M.; Fukuoka, M.; Banerjee, H.; Roy, S. (1989). Mineral reactions in manganese oxide Rocks: P-T-X phase relations. *Economic Geology* 84, pp. 434 – 443.

DGM (1990). Proyecto de Exploración de la Faja de Minerales Piríticos del SO de España. Ministerio de Industria y Energía. Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción. Informe inédito, 111 pp.

Ehrlich, H.L. (1963). Bacteriology of manganese nodules. *Applied Microbiology* 11, pp. 15 – 19.

Fernández-Caliani, J.C. (2008). Una aproximación al conocimiento del impacto ambiental de la minería en la Faja Pirítica Ibérica. *Macla* 10, 24-28.

Fernández-Caliani, J.C., Barba-Brioso, C., Gonzalez, I. y Galán E. (2009). Heavy metal pollution in soils around the abandoned mine sites of the Iberian Pyrite Belt (Southwest Spain). *Water Air and Soil Pollution*, 200, 211-226.

Ferrero Blanco, M.D. (2000). Un modelo de minería contemporánea: Huelva, del colonialismo a la mundialización. Universidad de Huelva, 568 p.

Flores Caballero, M. (1983). La fiebre minera del siglo XIX. Instituto de Estudios Onubenses “Padre Marchena”, Huelva.

Fonseca, P.; Munhá, J.; Pedro, J.; Rosas, F.; Moita, P.; Araújo, A.; Leal, N. (1999). Variscan ophiolites and high-pressure metamorphism in Southern Iberia. *Ophioliti* 24, pp. 259 – 268.

Frías, M., García de Lomas, M., Sánchez de Rojas, M.T., Menéndez, I., Rincón, J. M., Rodríguez, C. Viabilidad de una escoria de ferroaleaciones para la elaboración de hormigones. I Jornadas de Investigación en Construcción. ICC “Eduardo Torroja”. CSIC, Madrid, pp. 529-536, 2005 .

Galley, A.; Hannington, M.; Jonasson, I. (2007). Volcanogenic massive sulphide deposits. In Goodfellow, W. (ed.). *Mineral Deposits of Canada. A synthesis of*

major deposit types. Geological Association of Canada. Mineral Deposits Division. Special Publication 5, pp. 121 – 141.

García-Cortés, A. Ed. Ppl. (2011). Cartografía de recursos minerales de Andalucía. IGME – Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, Madrid, 608 pp.

García Palomero, F. (1980). Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del anticlinal de Riotinto. Instituto de Estudios Onubenses, Huelva, pp. 263.

Gómez, M.I.; López, M.A.; Cifuentes, Y.C. (2006). El manganeso como factor positivo en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) y arveja (*Pisum sativum* L.) en suelos del altiplano Cundiboyacense. *Agronomía Colombiana* 24 (2), pp. 340 – 347.

Gómez, T. (2011). Drenaje ácido de mina en la Faja Pirítica Ibérica: Caracterización de procesos y resultados mediante aplicación de estadística clásica y lógica borrosa. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva.

González, F.; Moreno, C.; López, M.J.; Dino, R.; Antonioli, R. (2004). Palinoestratigrafía del Grupo Pizarroso-Cuarcítico del sector más oriental de la Faja Pirítica Ibérica, SO de España. *Revista Española de Micropaleontología* 36, pp. 279 – 304.

Gonzalo y Tarín (1888). Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. En *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Tomo II. Madrid.

Grill, E.V. (1982). Kinetic and thermodynamic factors controlling manganese concentration in anoxic Waters. *Geochimical et Cosmochimical Acta* 46, pp. 233 – 240.

IGME (1989). Análisis de la situación actual y perspectivas del manganeso. Ed. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Infomine (2014). www.infomine.com

Jiménez, A. (2009). Caracterización de procesos de drenaje ácido de mina en la cuenca del río Cobica. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

Julivert, M.; Fontbote, J.M.; Ribeiro, A.; Navais-Conde, L.E. (1972). Memoria explicativa del mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 113 pp.

Kennerley, R.A. Composition of high manganese Portland cement. *Cement and Concrete Research*, v. 7, pp. 565-574, 1977.

Klinkhammer, G.P.; Bender, H.L. (1980). The distribution of manganese in the Pacific Ocean. *Earth Planetary Science Letters* 46, pp. 361 – 384.

Leblanc, M.; Morales, J.A.; Borrego, J.; Elbaz-Poulichet, F. (2000). 4500 year old mining pollution in southwestern Spain: Long-term implications for modern mining pollution. *Economic Geology* 95 (3), pp. 655-661.

Leistel, J.M.; Marcoux, E.; Thieblemont, D.; Quesada, C.; Sánchez, A.; Almodóvar, G.R.; Pascual, E.; Sáez, R. (1998a). The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt. Review and preface to the special issue. *Mineralium Deposita* 33, pp. 2 – 30.

Leistel, J.M.; Marcoux, E.; Deschamps, Y. (1998b). Chert in the Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita* 33, pp. 59 – 81.

López-González, N. (2009). Estudio de marcadores ambientales sedimentarios y geoquímicos en los sedimentos de los ríos Tinto y Odiel. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva.

Lotze, F. (1945). Zur gliederung der Varisciden der Iberischen Meseta. *Geoteteck. Forch.* 6, pp. 149 – 166.

Loudat, T.A., Wiltshire, J. Industrial application of waste manganese: initial testing and economic evaluation, *Proceedings of PACON '97*, PACON International, Honolulu, pp.48-56, 1997.

Mantero, E.M.; Alonso-Chaves, F.M.; Azor, A. (2006). Geometría y cinemática de un sistema imbricado de cabalgamientos en la Faja Pirítica Ibérica (Zona Sudportuguesa). *Geogaceta* 39, pp. 47 – 50.

Marchán Sanz, C., Regueiro y González Barros, M. (1987). Manganeso. En: Instituto Geológico y Minero de España. [sitio web]. Madrid. Serie "Panorama minero". [Consulta 28 octubre 2013]. Archivo pdf. Disponible en:

<http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/1987/manganeso.pdf>

Marshall, K.C. (1979). Biogeochemistry of manganese minerals. En: Trudinger, P.A.; Swaine, D.J. (Eds.), Biogeochemical cycling of mineral-forming elements. New York, Elsevier, pp. 253 – 282.

Martínez, J.D. (2013). Yacimientos de manganeso en Chiatara (Georgia). <https://plus.google.com/105466125444371102708/posts/L8QVC9F9Vof>.

Martínez Ruiz, E.; Maqueda, C.; de Diego, E. (1999). Atlas histórico de España. Vol. 2. Ed. ISTMO S.A. (Madrid). Colección Fundamentos nº 156.

MATSA (2014). Mina de Aguas Teñidas. www.prensamatsa.es/galeria

Meseguer Pardo, J. (1950). El manganeso en la provincia de Huelva. Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 20, 3-30.

MIE; IGME (1975). Ministerio de Industria de España (Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción). Instituto Geológico y Minero de España. 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. Plan Nacional de la Minería: Programa Nacional de Investigación Minera. Madrid, España.

MIET (2014). Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Energía. www.minetur.gob.es/energia/mineria/Paginas/Index.aspx

Ministerio de Industria, España (1860-1972). Estadísticas Mineras de España. Recuperadas de <https://www.igme.es/>

Moreno, C. (1987). Las facies Culm del anticlinorio de la Puebla de Guzmán (Huelva, España). Tesis Doctoral. Universidad de Granada, pp. 375.

Moreno, C.; Sáez, R. (1989). Petrología y procedencia de las areniscas del Culm de la parte occidental de la Faja Pirítica Ibérica (Zona Sur-Portuguesa). Boletín Geológico y Minero 100, pp. 134 – 147.

Moreno, C. (1993). Postvolcanic paleozoic of the Iberian Pyrite Belt: An example of basin morphologic control on sediment distribution in a turbidite basin. Journal Sedimentary Petrology 63, pp. 1118 – 1128.

Moreno, C.; González, F.; Sáez, R.; Sierra, S. (2003). Inicio del vulcanismo en el sector de Calañas (Faja Pirítica Ibérica). Caracterización y datación. Geogaceta 33, pp. 59 – 62.

Moreno, C.; González, F. (2004). Estratigrafía de la Zona Surportuguesa. En: Geología de España (Vera, J.A. eds.). SGE-IGME, Madrid, pp. 201 – 205.

Moreno, C.; Sáez, R.; González, F. (2007). Paleosismicidad asociada al tránsito Devónico-Carbonífero de la Zona Surportuguesa (SW Ibérico). Geogaceta 43, pp. 35 – 38.

Munhá, J. (1983). Hercynian magmatism in the Iberian Pyrite Belt. Memoria Servicio Geológico Portugal 29, pp. 39 – 81.

Navas-Medina, E.; Batista-Cabrera, A. (2003). Utilización del mineral de manganeso (pirolusita) en la producción de aceros al carbono. Minería y Geología 3 – 4, pp. 73 – 78.

Nocete, E.; Linares, J.A. (1999). Las primeras sociedades mineras en Huelva, Alosno. En Historia de la provincia de Huelva, cap. 5, pp. 50 – 64. Diario Huelva Información, Huelva

Oliveira, J.T. (1990). South Portuguese Zone: Introduction. Stratigraphy and synsedimentary tectonism. In: PreMesozoic Geology of Iberia. Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.). Springer Verlag. Heidelberg, pp. 333 – 347.

Oliveira, J.T.; Horn, M.; Paproth, E. (1979). Preliminary note on the stratigraphy of the Baixo Alentejo Flysh Group, Carboniferous of Portugal, and on the paleogeographic development compared to corresponding units in northwest Germany. Com. Serv. Geol. Portugal 65, pp. 151 – 168.

Oliveira, J.T.; Wagner-Gentis, C.H.T. (1983). The Mértola and Mira formations boundary between Dugueno and Almada de Ouro, Marine Carboniferous of South Portugal. In: Lemos de Sousa (ed.). Contributions to the Carboniferous geology and paleontology of the Iberian Peninsula. University of Porto, pp. 1 – 39.

Pasava, J.; Vymazalová, A.; Tornos, F. (2007). PGE distribution in massive sulfide deposits of the Iberian Pyrite Belt. Miner Deposita 42, pp. 309 – 314.

Péra, J., Ambroise, J., Chabanet, M. Properties of blast-furnace slags containing high amounts of manganese. Cement and Concrete Research, v. 29, pp. 171-177, 1999.

Perfilev, B.V.; Gabe, D.R. (1965). The use of microbial-landscape method to investigate bacteria which concentrate manganese and iron in bottom deposits: Applied capillary microscopy. The role of microorganisms in the formation of iron-manganese deposits. New York, Consultants Bur., pp. 9 – 44.

Pinedo Vara, I. (1963). Piritas de Huelva. Summa. Madrid. 1003p.

Ramírez Copeiro, d. V., Maroto Aranda, S. (1995). Metodología de investigación aplicada a los yacimientos de manganeso en Huelva. Boletín Geológico y Minero, 106 (2), 21-31.

Rodríguez-Díaz, A.A.; Villaseñor-Cabrera, M.G.; Canet, C.; Prol-Ledesma, R.M.; Camprubí, A. (2005). Clasificación de los yacimientos de manganeso y ejemplos de depósitos mexicanos e internacionales. Boletín de Mineralogía (16), pp. 33 - 43.

Romero, E.; Cumbreñas, A.S. (2010). Poblados y explotaciones mineras como fuentes de recursos del turismo rural: el Andévalo Occidental, Huelva (España). PASOS: Revista de Turismo y Patrimonio Cultural 8 (4), pp. 583 – 594.

Routhier, P.; Aye, F.; Boyer, C.; Lecolle, M.; Mollière, P.; Picot, P.; Roger, G. (1980). La ceinture sud-ibérique á amas sulfurés dans sa partie espagnole médiane. Tableau géologique et métallogénique. Synthèse sur le type amas sulfurés volcano-sédimentaires. 26th Intern. Geol. Congr., Paris; Mem. BRGM 94: 1 – 265 pp.

Roy, S. (1981). Manganese deposits. London, Academic Press; pp. 458.

Roy, S. (1992). Environments and processes of manganese deposition. Economic Geology 87, pp. 1218 – 1236.

Rúa Figueroa, R. (1859). Ensayo sobre la historia de las minas de Riotinto. Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, Madrid.

Sáez, R.; Moreno, C. (1997). Geology of the Puebla de Guzmán anticlinorium. En: Geology and VMS Deposits of the Iberian Pyrite Belt (Barroga, F. and Carvalho, eds.). Soc. Econ. Geol., Guidebook Series, Littleton (Colorado) 27, pp. 131 – 136 .

Sáez, R.; Moreno, C.; González, F. (2005). Los diques clásticos de Filón Norte (Tharsis). Interpretación en relación con la crisis finidevónica de la cuenca de la Faja Pirítica Ibérica. *Geogaceta* 37, pp. 59 – 62.

Sáez, R. (2010). La Faja Pirítica Ibérica. Una perspectiva geológica, arqueológica y ambiental. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva.

Salguero, F. Sobre las Curvas Tensión-Deformación de Hormigones y Otros Materiales Sometidos a Ensayos de Tensión Uniaxial. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva. 2012.

Sampaio, J.A.; de Andrade, M.C.; Dutra, A.J.B.; Penna, M.T.M. (2008). Rochas & Minerais Industriais: Usos e especificações. Chapter 28: Manganese, pp. 633 – 648.

Schermerhörn, L.J.G. (1971). An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt. *Boletín Geológico y Minero* 82, pp. 239 – 268.

Segura, A.; Acero, P.; Ayora, C. (2009). Caracterización de balsas de sulfuros en perfiles no saturados. *Estudios en la Zona no Saturada del Suelo*, Vol. IX. Barcelona, 18 – 20 noviembre 2009.

Sholkovitz, E. (1992). Chemical evolution of rare earth elements: fractionation between colloidal and solution phases of filtered river water. *Earth and Planetary Science Letters* 114, pp. 77 – 84.

Siahaan, T.S. (2013, January 25). Freeport suffers decline in gold-copper output from Grasberg Mine. *The Jakarta Globe*.

Simancas, F. (2004). Zona Sudportuguesa. In: Vera, J.A. (Ed.), *Geología de España*. Instituto Geológico y Minero de España & Sociedad Geológica de España, Madrid.

SNGMCh (2012). Anuario de la Minería de Chile, 2011. Servicio Nacional de Geología y Minería. Gobierno de Chile, pp. 52.

Sociedad de Ingenieros (1855-1933). *Revistas minera*. Recuperadas de <https://www.igme.es/>

Soriano, C.; Casas, J.M. (2002). Variscan tectonics in the Iberian Pyrite Belt, South Portuguese Zone. *International Journal of earth Sciences* 91 (5), pp. 882 – 896.

Soriano, C.; Martí, J. (1999). Facies analysis of volcano-sedimentary successions hosting massive sulfide deposits in the Iberian Pyrite Belt, Spain. *Economic Geology* 94, pp. 867 – 882.

Strauss, G.K.; Beck, J. (1990). Gold mineralisations in the SW Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita* 25, pp. 237 – 245.

Strauss, G.K.; Madel, J.; Fernández Alonso, F. (1977). Exploration practice for stratabound volcanogenic sulphide deposits in the Portuguese-Spanish Pyrite Belt. In: Time and stratabound ore deposits. Klemm, D.D. and Schneider, H.J. (eds.). Springer Verlag, Heidelberg, pp. 55 – 93.

Thieblemont, D.; Pascual, E.; Stein, G. (1998). Magmatism in the Iberian Pyrite Belt: Petrological constraints on a metallogenic model. *Mineralium Deposita* 33, pp. 98 – 110.

Tinsley, C.R. (1985). Manganese. Ed. E. and M.J.

Tornos, F. (2008). La Geología y Metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica. *MACLA* 10, pp. 13 – 23.

Tornos, F.; Conde, C. (2002). La influencia biogénica en la formación de los yacimientos de sulfuros masivos de la Faja Pirítica Ibérica. *Geogaceta* 32, pp. 235 – 238.

Tornos, F.; Heinrich, C.A. (2008). Shale basins, sulfur-deficient ore brines, and the formation of exhalative base metal deposits. *Chemical Geology* 247, pp. 195 – 207.

Tornos, F.; González Clavijo, E.; Spiro, B.F. (1998). The Filón Norte orebody (Tharsis, Iberian Pyrite Belt): A proximal low-temperature shale-hosted massive sulphide in a thin-skinned tectonic belt. *Mineralium Deposita* 33, pp. 150 – 169.

Tornos, F. (2006). Environment of formation and styles of volcanogenic massive sulfides: The Iberian Pyrite Belt. *Ore Geology Reviews* 28, pp. 259 – 307.

Urbano, R.; Barnolas, A.; Gómez, G.; Gumiel, P.; Locutura, J.; Lombardero, M.; Ortiz, G.; Quesada, C.; Regueiro, M.; Rubio, J.; Ruiz, M.; Sánchez, A.; Tornos, F.; Zapatero, M.A.; Calle, L.; Zapardiel, J.M. (1998). Guía para la investigación de los recursos minerales en España. ITGE – Instituto Tecnológico Geominero de España Ed., Madrid, 169 pp.

USGS (2011). Manganese, by Corathers, L.A. U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2011.

USGS (2013). 2011 Mineral Yearbook: Philippines (advance release). The mineral industry of the Philippines. US Department of the Interior and US Geological Survey. September 2013.

Varentsov, I.M. (2002). Genesis of the Eastern Paratethis manganese ore giants: impact old events at the Eocene/Oligocene Boundary. Ore Geological Review 20, pp. 65 – 80.

Vera, J.A. (ed.) (2004). Geología de España. SGE-IGME, Madrid, 890 pp.

Vidal, R. (2012). La minería metálica prehistórica en la Península Ibérica. Lurralde: Investigación y Espacio (35), p. 67-78.

Wiltshire, J. The use of marine manganese tailings in industrial coatings applications. Proceeding of Oceans '97, Marine Technology Society, Washington. pp.1314-1319, 1997.

Wiltshire, J. Use of marine mineral tailings for aggregate and agricultural applications. Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference, May 25-30, Honolulu, Hawaii, ISOPE, Golden, Colorado pp. 468-474, 1997.

Wiltshire, J. Marine manganese tailings concrete: advantages and drawbacks, Proceedings of Oceans '99, Marine Technology Society, Washington DC, 1999.

Wiltshire J.C., Moore, K. Manganese tailings concrete: antibiofouling properties and manganese toxicity, PACON '99 Proceedings, Pacon International, Honolulu, pp. 400-409, 2000.