

PROGRAMA DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA EL DESARROLLO  
OF. DE COOPERACION TECNICA.

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION  
INSTITUTO DE INVEST. DE RECURSOS NATURALES.

CHILE

EVALUACION DE LOS CONOCIMIENTOS EXISTENTES SOBRE

COBALTO  
MANGANESO  
MERCURIO

GUILLERMO D'AUBAREDE  
Ingeniero de Minas

3623

Este informe —que no es un documento oficial de las Naciones Unidas— ha sido preparado por un experto designado por la Oficina de Cooperación Técnica a petición del Gobierno de Chile. Contiene los puntos de vista personal del autor y su entrega a las autoridades se hace de modo únicamente oficioso.

1969.

**INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES – CORFO**

**INSCRIPCION N° 43867 – SANTIAGO – CHILE – 1975**

2ª Edición 1974. Revisó Arnoldo Ortiz R., geólogo.

**Impresores: Sociedad de Artes Gráficas Cepco Ltda.  
Diseño Gráfico: Gloria Medina C. – Ana Paz Toro A.  
Dibujos: Olga Maluje E. – Luis Southerland L.**

# I N D I C E   G E N E R A L

OBJETIVOS DE LA MISION

PROLOGO Y AGRADECIMIENTOS

	Págs.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES . . . . .	1
ANTECEDENTES . . . . .	3
COBALTO . . . . .	27
ANEXO 1 – EL COBALTO Y LA GANADERIA . . . . .	89
MANGANESO . . . . .	97
MERCURIO . . . . .	.211

## OBJETIVOS DE LA MISION

El presente estudio es el tercero (1) de los que desde 1967 se han venido realizando de acuerdo con el programa que para la Evaluación de Recursos Minerales fue establecido entre las Naciones Unidas y el Gobierno de Chile. En este programa no se incluyó el Cobre, el Hierro, el Carbón y el Petróleo por considerar que cada una de estas substancias tiene sus propios organismos de fomento y desarrollo y que los conocimientos que actualmente existen sobre ellas están a un nivel mucho más elevado que el que corresponde al de los demás Recursos Minerales de Chile.

El objetivo final de este programa es contribuir a la expansión y a la diversificación de la minería chilena, actualmente comprometida con el signo monopolista del Cobre que representa por sí solo el 77% de la exportación minera nacional. La vulnerabilidad de esta situación ha movido al Gobierno de Chile a tratar de ampliar sus bases de exportación con la explotación de otros productos minerales intentando simultáneamente fijar en el país los beneficios de dichas explotaciones mediante la creación de empresas nacionales subsidiarias de la minería.

Para poder cumplir con dicho propósito es necesario establecer, al igual que en los estudios anteriores, las siguientes hipótesis:

- a) Qué minerales pueden y deben incluirse en el Plan de Desarrollo de la Minería.
- b) Qué importaciones pueden substituirse o qué nuevas exportaciones podrían establecerse de acuerdo con las posibilidades de explotación y con la situación del mercado nacional e internacional.
- c) Qué industrias subsidiarias son aconsejables fomentar y establecer.

En este orden de ideas la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) solicitó de las Naciones Unidas su colaboración para un estudio de evaluación de los conocimientos existentes sobre una serie de recursos minerales que complementase los estudios anteriormente realizados.

Fruto de esta colaboración es el presente informe previo sobre los siguientes minerales:

	COBALTO		PERLITA
TOMO I	MANGANESO	TOMO II	PLOMO
	MERCURIO		ZINC
			ZIRCONIO

---

(1) — Evaluación de los Conocimientos Existentes sobre Minerales Fosfáticos y Potásicos. Septiembre 1967.  
— Evaluación de los Conocimientos Existentes sobre: Asbesto, Bentonita, Boratos, Carbonato de Sosa, Diatomita, Magnesio, Sulfato de Aluminio, Sulfato Sódico y Titanio. Junio 1968.

## PROLOGO Y AGRADECIMIENTOS

*Una vez más es de destacar la extraordinaria colaboración prestada tanto por el ministerio de Minería y otros Organismos Estatales como por las Empresas privadas nacionales y extranjeras que sin la menor restricción han facilitado toda clase de información y de ayuda. Las dificultades propias a la ingrata labor de recopilación y evaluación de datos han podido ser superados gracias al mérito de dicha colaboración sin cuyo concurso poco o nada se hubiera podido hacer. Por esta razón vaya nuestro agradecimiento a las siguientes instituciones:*

*Instituto de Investigación de Recursos Naturales—IREN  
Corporación de Fomento de la Producción—CORFO  
Oficina de Planificación de la Presidencia de la República—ODEPLAN  
Instituto de Investigaciones Geológicas—IIG  
Empresa Nacional de Minería—ENAMI  
Ministerio de Minería  
Servicio de Minas del Estado  
Universidad de Chile - Facultad de Geología  
Banco del Estado de Chile  
Banco Central  
Asociación Minera de Coquimbo  
Asociación Minera de La Serena  
Empresa Minera Aisén  
Manganesos de Atacama  
Asociación Latinoamericana de Libre Comercio—ALALC  
Proyecto Minero de las Naciones Unidas  
Bureau of Mines (U. S. A. State Dep.)  
Powhattan Mines Corp.  
L' Institut de Cobalt  
Consejo de Minería de España*

*y muy especilamente a sus representantes:*

*Excmo. Sr. Alejandro Hales (Ministro de Minería)  
Sr. Jaime Varela (sub-Secretario de Minería)  
Sr. René Dintrans (Sub-Gerente de Minería de CORFO)  
Srs. Leopoldo Golman, Marín Rodríguez y Primo Alegre (Servicio de Minas del Estado). Srs. Miguel Ruiz-Tagle y Luis Marambio (IREN).*

*Mención aparte merecen mis colaboradores: Sr. Jorge Orellana (I.I.G.), Sr. Patricio Vergara, Herne Etchart, Mario Silva (CORFO), Sr. Jorge Sandoval y Srta. Marioly Urrutia (IREN).*

## I.— CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

### CONCLUSIONES

La experiencia acumulada, durante la realización de las tres evaluaciones de información que en materia de Recursos Minerales de Chile se han efectuado ya, ha servido para que paulatinamente se fuesen destacando una serie de hechos que, aunque en principio parecían ajenos al programa de trabajo señalado, han terminado por configurar una situación que afecta muy directamente al futuro de la minería chilena y por lo tanto al objetivo final perseguido por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas.

Esta situación, por cierto ya esbozada en trabajos anteriores, puede resumirse en la siguiente conclusión fundamental:

La infraestructura básica de la minería chilena, sobre la que tiene que asentarse cualquier plan de desarrollo minero, es defectuosa.

Por considerar que la importancia de esta conclusión condiciona los resultados de las evaluaciones e incluso podría llegar a anular el efecto de las recomendaciones (1) se ha considerado necesario analizarla más a fondo para tratar de establecer lo más claramente posible el clima en que se desenvuelve la minería chilena. No se pretende realizar un estudio exhaustivo de la materia, que no compete a la finalidad de este trabajo, sino señalar sencillamente los hechos que lo han afectado durante su realización y los que probablemente seguirán gravitando sobre sus resultados.

---

(1) Como ejemplos ver más adelante: Provincia de Aysén, Empresa Minera Aysén, Asbestos, etc.

## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto estimamos que como base para establecer un Plan de Desarrollo Minero será necesario a corto plazo:

1.— Reformular el vigente Código de Minería para adaptarlo a las modernas tendencias jurídicas y tecnológicas.

La solución no es fácil pues hay que partir de hechos consumados y de una situación sancionada por largos años de práctica y difícilmente reversible. Además hay que contar con la muy especial idiosincracia del mundo minero que da a la industria del sub-suelo características totalmente distintas a las de las demás industrias. Esta faceta Psicológica común a toda la minería del mundo adquiere especial relieve en Chile por ser este un país en el que la minería ha constituido siempre la base tradicional de su estructura económica (salitre, guano, boro, cobre) y porque además las condiciones de distancia y de altitud impuestas por su geografía han extremado el aislamiento del minero acentuando su endividualización.

Desde el punto de vista nacional existe, desde hace años, la conciencia unánime de la necesidad de reformular el Código de Minería. Los distintos Ejecutivos han venido nombrando para ello comisiones de especialistas que no produjeron resultado alguno porque previamente no se les fijaron las normas generales en las que encuadrar su labor de reestructuración.

Hay en el Gobierno una marcada inquietud por resolver todos estos problemas y para salvar el escollo con el que se tropezó anteriormente, se ha enviado a los Organismos Consultivos un esquema para la redacción de un nuevo proyecto de Ley de Minas. Este esquema se presentó en Junio de 1969 y está pendiente de estudio y aprobación.

2.— Dotar al Servicio de Minas del Estado de los medios Legales, Técnicos y económicos para poder realizar el Catastro Minero de Chile.

Con una enorme escasez de medios humanos y materiales el Servicio de Minas del Estado está actualmente iniciando las encuestas para efectuar la recopilación de datos necesarios para establecer un Inventario de Recursos Minerales como base previa e indispensable para la posterior realización del Catastro. Se están vertiendo a un sistema de fichas computables las elaboradas por el Programa de las Naciones Unidas durante los estudios de evaluación de recursos minerales chilenos. Pero a nuestro entender el ritmo de trabajo impuesto por las circunstancias es totalmente inadecuado a la urgencia que el caso requiere. Parece que tanto ODEPLAN como el Ministerio de Minería tienen conciencia del problema y están buscando el

financiamiento adecuado para resolverlo. Sería aconsejable evitar dispersión de esfuerzos centralizando en el Servicio de Minas del Estado las diversas tendencias para inventariar qué es lo que actualmente existe.

3.— Establecer a escala nacional o por lo menos regional un plan de carreteras que facilite el acceso a las zonas mineras cuyo potencial haya sido evaluado.

Sería conveniente á corto o mediano plazo:

- a) Incrementar la asistencia técnica a la Pequeña Minería así como la enseñanza minera a escala de obrero y de capataz.
- b) Insistir en la política de Cooperativas que se está llevando a efecto, mediante seminarios, conferencias y publicaciones demostrativas de sus ventajas y de su necesidad.
- c) Dotar al país con el Centro Tecnológico adecuado para resolver los problemas siguientes:
  - 1.— Substitución paulatina de la técnica extranjera de la Gran Minería.
  - 2.— Determinación de la metodología adecuada para la explotación racional de los minerales complejos recuperando todos los metales contenidos.
  - 3.— Montaje de nuevas plantas de concentración y modificación de las ya existentes para mejorar sus rendimientos.
  - 4.— Adaptación de estas plantas a las características de la mineralización, previo estudio del potencial minero de la zona correspondiente.
  - 5.— Aprovechamiento de una serie de minerales no explotados actualmente y posibilidad de mejorar el defectuoso beneficio de algunos que impide o dificulta su comercialización.

## II.— ANTECEDENTES

Una gran parte de los males que aquejan a la minería de Chile son comunes a toda la minería de América Latina cuya situación a grandes rasgos, es la siguiente:

La minería de América Latina está principalmente constituída por una minería de exportación, ya que por una parte no abundan las industrias transformadoras y por otra, cuando éstas existen, no encuentran la capacidad de consumo interno capaz de absorber sus productos. Parece norma generalizada que esta minería de exportación tenga que aportar las divisas que produce para facilitar una industrialización que, por

haber nacido en muchos casos al amparo de una política arancelaria termina por gravitar sobre la propia minería elevando sus precios de costo. En otras palabras, es frecuente observar que mientras la minería afronta los riesgos exteriores del mercado mundial, las demás industrias viven amparadas por cómodas barreras aduaneras. Cabe esperar que tanto la ALALC como el Mercado Andino puedan, con el tiempo, mejorar en parte esta situación abriendo nuevos mercados a los recursos minerales facilitando simultáneamente la adquisición de los materiales que su explotación requiere.

Las características de esta minería son las siguientes:

1.— La minería de América Latina ha pasado en conjunto a ocupar en los últimos años uno de los lugares más importantes en el capítulo de las exportaciones mundiales salvándose, por su firmeza, de las oscilaciones y del deterioro sufrido en el mercado de otros productos tradicionales latinoamericanos. En el cuadro siguiente se reflejan los porcentajes sobre valor de los tres principales sectores de exportación de América Latina.

Productos	1950-52	1955-57	1959-60	1961-62	1963	1964
Agropecuarios	60 <sup>o</sup> /o	58 <sup>o</sup> /o	53 <sup>o</sup> /o	51 <sup>o</sup> /o	50 <sup>o</sup> /o	49 <sup>o</sup> /o
Recursos Minerales(1)	30 <sup>o</sup> /o	38 <sup>o</sup> /o	40 <sup>o</sup> /o	40 <sup>o</sup> /o	40 <sup>o</sup> /o	39 <sup>o</sup> /o
Industriales varios	4 <sup>o</sup> /o	4 <sup>o</sup> /o	7 <sup>o</sup> /o	9 <sup>o</sup> /o	10 <sup>o</sup> /o	12 <sup>o</sup> /o
TOTAL	100 <sup>o</sup> /o					

(1) Inlcúdo el Petróleo.

La participación del sector minero (excluído el petróleo) en las exportaciones de América Latina es la siguiente:

	1960	1961	1966	1967
	8,3 <sup>o</sup> /o	12,9 <sup>o</sup> /o	17,2 <sup>o</sup> /o	20,5 <sup>o</sup> /o

2.— En los países típicamente mineros de América Latina, la minería ha significado siempre el capítulo más importante de su economía. En Bolivia representa el 93<sup>o</sup>/o de su exportación total, en Chile el 88<sup>o</sup>/o, en Surinam el 79<sup>o</sup>/o, en Jamaica el 50<sup>o</sup>/o, en Perú el 51<sup>o</sup>/o, etc. Pero en todos ellos la producción es prácticamente mono—metálica.

El Estaño representa en Bolivia el 66<sup>o</sup>/o de su comercio exterior. El Cobre en Chile el 77<sup>o</sup>/o y en Perú el 20<sup>o</sup>/o. La Bauxita es, en Surinam y Jamaica, casi el 100<sup>o</sup>/o de sus exportaciones mineras.

3. — En los últimos años la industria minera mundial ha alcanzado cifras record en los capítulos de producción, de transporte y de demanda. Sin embargo, frente a esta tendencia alcista, la producción de América Latina no ha respondido a las exigencias del mercado y los porcentajes de su contribución a la producción mundial han disminuído, especialmente en los metales llamados clásicos, como puede apreciarse en el siguiente cuadro.

Participación de América Latina en la producción mundial de minerales.

	1951-52	1964	1967
Bauxita	47,5 <sup>o</sup> /o	47,8 <sup>o</sup> /o	44,2 <sup>o</sup> /o
Cobre	19,0 <sup>o</sup> /o	19,0 <sup>o</sup> /o	18,9 <sup>o</sup> /o
Hierro	3,6 <sup>o</sup> /o	11,0 <sup>o</sup> /o	10,0 <sup>o</sup> /o
Piomo	23,2 <sup>o</sup> /o	15,4 <sup>o</sup> /o	14,5 <sup>o</sup> /o
Zinc	16,1 <sup>o</sup> /o	13,1 <sup>o</sup> /o	14,1 <sup>o</sup> /o
Estaño	20,4 <sup>o</sup> /o	15,7 <sup>o</sup> /o	13,6 <sup>o</sup> /o
Petróleo	17,8 <sup>o</sup> /o	16,2 <sup>o</sup> /o	14,0 <sup>o</sup> /o

Las probables causas de esta situación son las siguientes:

- a) La antigüedad de la minería en América Latina que en cuatrocientos años de existencia ha creado una pesada y complicada estructura funcional que cuesta mucho modificar para dar paso a las modernas tendencias económicas.
- b) La falta de una Planificación Minera en casi todos los países latinoamericanos.

#### A. — EL PROBLEMA DE CHILE

La minería chilena, además de las características generales inherentes a la minería de América Latina, tiene planteada una serie de problemas específicos relacionados con su infraestructura minera. Los fundamentales son los siguientes:

##### Carencia de Catastro Minero.

El proceso histórico que ha llevado a esta situación es el siguiente: En Marzo de 1925 se creó el Cuerpo de Ingenieros de Minas. El 22 de Julio de este mismo año se

dictó un Decreto instituyendo el Reglamento de Planos de Minas y Canteras. En 1927, al crearse la Caja de Crédito Minero, se estableció un Reglamento para la Cubicación y Evaluación de Reservas que respondía a la necesidad de constituir garantías para el otorgamiento de los créditos. La aplicación de estos reglamentos hubiese podido servir para obtener los datos básicos para la realización del Catastro Minero (1), pero una serie de modificaciones administrativas los hizo inoperantes y el régimen de créditos se modificó aceptándose para concederlos la sola garantía de la propiedad minera. En Febrero de 1960 se creó el Servicio de Minas del Estado entre cuyas obligaciones, actualmente en vigencia, se encuentra la de realizar un Inventario de Minerales y producir las normas para el desarrollo de la utilización de las reservas. Otra vez dificultades administrativas de orden financiero han impedido el cumplimiento de estas obligaciones imposibilitando el poder sentar la base de partida para el establecimiento de un Catastro Minero.

La carencia de este Catastro repercute en los planes de desarrollo de la minería de la manera siguiente:

1.— Enorme dificultad en establecer una evaluación de recursos minerales. El único camino practicable para ello es el de utilizar los estudios que sobre algunos yacimientos han realizado entidades de asistencia técnica y crediticia (CORFO y ENAMI) o investigando en monografías especializadas de autores nacionales y extranjeros. También se encuentran referencias esporádicas en cartas y estudios geológicos. Cuando estas facilidades no existen las dificultades crecen hasta lo imposible. Evidentemente la Grande o Mediana Minería cuenta con antecedentes sobrados por contar con servicios apropiados de prospección, pero en general, no es este tipo de minería el que necesita ser evaluado.

2.— Imposibilidad de conocer el potencial minero de determinadas zonas para estudiar la factibilidad de su industrialización, la justificación de nuevas vías de comunicación y de energía, el montaje de nuevas plantas, etc.

---

(1) Para evitar posibles confusiones dejamos establecido que un Catastro Minero lo consideramos constituido por las partes siguientes citadas en el orden cronológico de realización.

- a) Inventario de concesiones. Se establece por medio de disposiciones administrativas y estadísticas.
- b) Evaluación de los conocimientos existentes sobre las minas y yacimientos inventariados. En este caso la metodología es más complicada y se necesitan conocimientos profundos de la minería para poder seleccionar los datos fehacientes relacionados con el potencial mismo (geología, leyes, cubicaciones, etc.). En muchos casos, bien por insuficiencia de datos o bien por convenir ampliarlos en zonas juzgadas de interés, es necesario efectuar visitas al terreno. Los estudios de prospección, sondeos, etc. no competen a la realización del Catastro sino a los explotadores de los yacimientos.
- c) Mapeo de las pertenencias mineras. Es la parte más larga y costosa y es de total competencia del Estado. Se hace necesario enganchar los puntos de partida y los hitos de referencia con la red geodésica nacional para terminar por producir mapas en los cuales aparezcan perfectamente orientadas y delimitadas las concesiones mineras.

Se sobreentiende que un Catastro Minero ha de ser revisado anualmente.

3.— Imposibilidad de confeccionar un Plan Nacional de Desarrollo Minero. Es evidente que para poder realizar esta labor es necesario contar, no sólo con un Inventario sino con una ponderada Evaluación de los Recursos Minerales registrados para poder conocer primero con qué se cuenta y después cuáles son las posibilidades económicas de explotación.

4.— Imposibilidad práctica de conocer qué áreas están libres de concesiones o de pedimentos, con el resultado de que hoy en día rara es la mensura que no da lugar a una serie de pleitos causados por superposiciones con otros pedimentos anteriores.

### Deficiente Código de Minería

A grandes rasgos el análisis de la política minera seguida en Chile en lo que va del siglo arroja los siguientes resultados:

#### Favorables:

- a) Gran desarrollo de la Minería del Cobre.
- b) Facilidad de trabajo amparada por la falta de control estatal.
- c) Libertad para la afluencia de capitales.
- d) Economía en los servicios estatales mineros.
- e) Casi total prospección de la superficie de Chile en lo que se refiere a los yacimientos visibles (1)

#### Adversas:

- a) Continuo y progresivo deterioro de casi toda la producción minera no cuprífera.
- b) Escaso desarrollo de nuevos campos de actividad minera y notable incremento de minas inactivas. En otras palabras, carencia de iniciativa y elevado porcentaje de especulación.
- c) Agotamiento de los yacimientos de fácil acceso y deterioro de muchas explotaciones por falta de recursos técnicos y financieros de una "miniminería" a veces nacionalmente antieconómica y muy prolífera.
- d) Incapacidad del Estado para establecer reservas convenientes al interés nacional y para encontrar áreas libres donde poder imponer una planificación minera.
- e) Debilitamiento de los organismos mineros estatales de consulta, de vigilancia y

---

(1) Es realmente increíble contemplar los lugares prácticamente inaccesibles de la Cordillera a los que ha llegado con sus labores de reconocimiento el cateador chileno. Hoy resulta muy difícil descubrir afloramientos que no tengan ya la huella de un cateador o el socavón de un pirquinero. Esta afirmación es el mejor homenaje a esa raza especial de hombres que movidos por una mística minera han ascendido hasta los cinco mil metros de altura en busca de minerales defendidos por una naturaleza tan impresionantemente hostil que en ella la existencia humana parece un fenómeno accidental.

de estadística con la consiguiente dilución de funciones y la dispersión de técnicos.

- f) Transformación de los objetivos de ENAMI y de CORFO que además de empresas de ayuda técnica y crediticia han tenido que, en muchos casos (1) convertirse en empresas promotoras para salvar, a veces con pérdidas, intereses de orden nacional.

A esta situación, que se viene arrastrando desde hace bastantes años, se ha llegado a través de la aplicación de una serie de disposiciones administrativas y de una codificación minera que se han ido quedando a la zaga de las tendencias modernas que defienden y establecen el incremento de la responsabilidad del Estado, el amparo de las concesiones por el trabajo y el empleo de una nueva tecnología minera.

El examen histórico de las principales causas de esta situación es el siguiente:

- 1.— Los Códigos de Minería de 1874 y 1888 al declarar la libertad de trabajo modificaron el concepto del amparo de la propiedad minera sustituyéndolo por el pago de la patente.
- 2.— En el artículo 1º del vigente Código de 1932 se establece que “El Estado es dueño de todas las minas y concede a los particulares la facultad de explotación...” Sin embargo en el artículo 2º se dice que “La propiedad minera que la ley concede...” Parece existir una cierta divergencia entre el concepto clásico de concesión y el de propiedad que se ha venido resolviendo a favor de este último en el sentido de que el único deber del propietario minero es el de pagar una patente, como si se tratase de un impuesto territorial más.
- 3.— El sistema de caducidad es ineficaz y casi puede decirse que no existe.
- 4.— Las facultades de intervención del Estado son prácticamente nulas.
- 5.— El mecanismo de pedimento permite al peticionario un año de juego con los límites de la concesión que da lugar al peligroso sistema llamado del “acordeón” o de la “cachimba”.
- 6.— La política de la Caja de Crédito Minero (hoy ENAMI) seguramente contribuyó a la proliferación de pequeñas minas especulativas al aceptar como garantía crediticia el valor de las pertenencias.
- 7.— Ha influido también en la situación actual la clasificación de la minería en Grande, Mediana y Pequeña, con ciertas ventajas discriminatorias en favor de esta última.

---

(1) ENAMI forma parte de siete empresas mixtas y tiene otras tres en preparación.

CORFO participa en seis empresas mineras.

Es muy difícil recomendar un determinado tipo de Código de Minería ya que este forma parte del cuerpo legal del país y como tal adopta distintos puntos de vista y contiene peculiaridades nacionales. El fijar la política que lo preside es privativo de sus órganos de Gobierno pero, sin embargo, existen algunas normas esenciales que son comunes a todos los códigos mineros y que señalamos a continuación.

1.— La riqueza minera no es contabilizable para un país mientras no se extraiga. Para ello se requiere la colaboración, generalmente aventurada, del capital minero. Por otra parte los recursos minerales no son renovables. Estas bases imprimen a los Códigos Mineros dos misiones, una la de favorecer la extracción de minerales y otra la de tutelar la forma en que aquella se efectúa para tratar de amparar los intereses nacionales. Intereses que durante los últimos años han hecho explosión en la conciencia de todos los países del mundo.

2.— La primera misión exige a las legislaciones mineras una claridad absoluta. La minería, sea cual sea su categoría, requiere en principio de cateadores, geólogos e ingenieros, pero no le gusta iniciar sus prospecciones en un gabinete jurídico. En este orden de ideas deben de estar muy claramente definidos: a) El dominio del Estado, b) El concepto jurídico de la concesión, c) La relación Estado—Capital, d) La facultad del Estado para explotar, e) Las normas impositivas, f) El modo ágil de solicitar y obtener las concesiones.

3.— La segunda misión, fuertemente influenciada por corrientes nacionalistas y de intervención estatal exige: a) Determinar los derechos y deberes del explotador, b) Dictar normas de caducidad de las concesiones garantizando la forma de producirse, c) Fijar reglamentos de seguridad de trabajo, d) Facultar al Estado para efectuar reservas de zonas o de minerales, e) Establecer la obligatoriedad de presentar proyectos de laboreos, planos de interior y de exterior, estadísticas de producción y embarque, etc.

### **Deficiente Tecnología**

Chile no ha prestado la atención requerida al desarrollo tecnológico que se ha producido en el campo de la mineralurgia y de la metalurgia. Esta función pareciera que se hubiera abandonado en manos de las grandes compañías poseedoras de técnicas extranjeras. En la historia minera chilena los ejemplos se repiten. El imperio salitrero de principios de siglo desapareció arrastrado por la competencia de los abonos sintéticos dejando como aislado superviviente a una compañía extranjera que fue la única que se preparó tecnológicamente para resistir la competencia prevista. Otra importante explotación, aunque carente de técnica, la del Boro, desapareció

también, pero en esta ocasión sin dejar rastro. La explotación del Manganeseo, que adquirió cierta importancia hacia 1900, no pudo crear durante su auge ni una metodología de concentración de los minerales ni de su empleo metalúrgico. La celebre minería del Cobre que representa casi el 80% de las exportaciones chilenas, bota, en muchos casos, a los relaves de las plantas de concentración leyes de Cobre que hoy se consideran menas primarias en muchos países. Por no existir fundiciones de Plomo hay que enviar los minerales de Aysén a procesar en Europa. No existe en Chile un centro de investigación minera aplicada donde pueden ponerse a punto las técnicas de beneficio adecuadas a cada mineral simple o complejo. La tutela del Estado es totalmente nula frente al despilfarro de minerales que se ha estado produciendo durante años. Se da el caso curioso de que existen leyes y una conciencia nacional que tasa y regula la corta de bosques, que son bienes renovables, mientras que la política de fomento de la riqueza minera, que es un bien no renovable, parece presidida por el signo de hacer producir más sin tener en cuenta cómo. La recuperación de minerales secundarios y la diversificación de la producción que sirven para estabilizar la minería sobre una base mucho más amplia capaz de soportar las variaciones del mercado, solamente se está iniciando ahora. La interrogante de lo que podría ocurrir en Chile frente a una eventual baja de precio del Cobre no tiene contestación en la mayoría de los casos.

Causa o efecto de esta política es el hecho cierto de que el porcentaje de metalúrgicos chilenos respecto al total de ingenieros egresados de las universidades, es realmente ínfimo. El año 1965 las cifras eran las siguientes: (1)

Total de Ingenieros egresados	(1930 a 1965)	5.117
Total de Ingenieros Metalúrgicos	(1930 a 1965)	55

### Insuficientes Medios de Comunicación

La Pequeña Minería tan abundante en Chile, tiene las características siguientes:

- 1.— La casi totalidad de la Pequeña y hasta de la Mediana Minería está en manos de empresarios chilenos y los beneficios y la prosperidad que aportan se quedan directamente en el país .

---

(1) De la Universidad de Concepción (Ingeniería Metalúrgica) las cifras son:

1964	1965	1966	1967	1968	1969
4	6	3	6	9	12

- 2.— Las condiciones geo—físicas de sus yacimientos, las reducidas dimensiones de sus concesiones, la falta de energía y los escasos medios de transporte hacen que la mecanización sea muy difícil.
- 3.— Su potencialidad, en las condiciones en que se desenvuelve actualmente, no le permite resolver el problema de las costosas comunicaciones cordilleranas.
- 4.— Su tecnología es totalmente distinta e inferior a la utilizada por la Gran Minería que dispone de yacimientos regularizados y de magníficos departamentos de investigación.
- 5.— Por su escaso capital de reserva y su poca influencia internacional es extremadamente vulnerable a las oscilaciones del mercado así como a los efectos de las batallas contra los sustitutos.
- 6.— Como consecuencia, la Pequeña Minería tiene precios de costo más altos que la Grande y necesita explotar yacimientos más ricos.

En resumen: la Pequeña Minería chilena es una industria muy frágil que necesita ayuda no sólo para no encarecer más sus precios de costo, ya elevados por naturaleza, sino para intentar rebajarlos.

Uno de los factores que más influyen en la expansión de la minería y en su costo de producción son las vías de comunicación y de energía.

En Chile el costo medio de embarque de una tonelada de concentrados es del orden de US\$ 4. En Perú es de US\$ 4. En Australia y en Canadá es de US\$ 1.

### **Percepción y Distribución de los Ingresos Fiscales Mineros**

El resultado económico para Chile del pago de las patentes mineras según cifras de la Tesorería General de la República, se refleja en el cuadro siguiente establecido al primer semestre de 1968 (1).

---

(1) Según la Ley el plazo legal para el pago de las patentes terminó en marzo de 1968 y por lo tanto en estas cifras del primer semestre debe reflejarse el total de la recaudación anual.

Tarapacá	E°	100.095,60
Antofagasta		172.426,31
Atacama		165.000,42
Coquimbo		176.469,98
Aconcagua		41.256,84
Valparaíso		20.909,66
Santiago		40.643,34
O'Higgins		18.442,34
Colchagua		5.252,24
Curicó		1.603,62
Talca		1.896,86
Linares		2.434,11
Maule		1.228,24
Ñuble		2.611,55
Concepción		3.780,09
Arauco		23.282,73
Bío-Bío		130,72
Malleco		14.734,75
Cautín		25.410,63
Valdivia		884,92
Osorno		—
Llanquihue		25,19
Chiloé		308,65
Aysén		9.528,18
Magallanes		1.093,90

---

E° 829.450,87

Teniendo en cuenta la falta de algunos datos puede admitirse que en números redondos la percepción fiscal por pago de patentes es del orden de E°850.000,00 Anuales. Esto significa teóricamente E°1.20 por pertenencia o E°0.22 por hectárea.

En la práctica la percepción de patentes se hace de acuerdo con las siguientes escalas:

Substancias	Actividad	Patente 1969 por Hás.
Metálicas	En explotación en 1969	E <sup>o</sup> 0.11
No-metálicas	En explotación en 1969	0.005
Metálicas	Inexplotadas desde 1969	0.12
No-metálicas	Inexplotadas desde 1969	0.015
Metálicas	Inexplotadas desde 1968	0.14
No-metálicas	Inexplotadas desde 1968	0.03
Metálicas	Inexplotadas desde 1967	0.16
No-Metálicas	Inexplotadas desde 1967	0.05
Metálicas	Inexplotadas desde 1966	0.17
No-Metálicas	Inexplotadas desde 1966	0.06
Metálicas	Inexplotadas desde 1965	0.24
No-Metálicas	Inexplotadas desde 1965	0.08

Esta multiplicidad de tasas rige hasta 1974 y por lo tanto su complejidad aumentará con los años.

El cobro de las patentes tiene las siguientes particularidades:

- 1.- El producto de patentes mineras ingresa a las Municipalidades de las respectivas comunas sin que el Estado tenga ninguna participación.
- 2.- El pago de la primera patente, al solicitar la mensura requiere una orden de ingreso de la Tesorería Municipal para la que es necesario establecer el nombre del concesionario, nombre, situación y extensión de la mina y mineral que produce. Con esta orden la Tesorería cobra e inscribe en el Rol de Minas de la Comuna. A Partir del siguiente mes de marzo el concesionario paga la patente sin requisito alguno.
- 3.- Transcurrido el plazo del mes de marzo la Tesorería envía al juzgado una lista de pertenencias impagas para que salgan a remate público. Antes de

que este se afectúe el concesionario puede reclamarlas pagando el doble de la patente.

4.— Según el Código de Minería las pertenencias no pagadas durante dos años, caducan automáticamente al 31 de Marzo del segundo año.

### Dificultades Comerciales

La incidencia de la exportación minera de Chile en las cifras totales de su comercio exterior ha seguido en la última década el siguiente desarrollo histórico:

#### Exportación Minera — Porcentaje sobre el total de Divisas.

1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
74,1	81,0	86,3	88,1	88,6	83,0	82,2	85,3	88,7	88,1

Por productos tenemos:

Productos	1962	1964	1966	1968
Mineros	88,10	83,00	85,30	88,10
Agropecuarios	6,10	5,35	3,50	4,00
Industriales	5,80	11,65	11,20	7,90
	100	100	100	100

Fuente: Banco Central

En el cuadro de la ALALC los porcentajes de la exportación por productos se distribuyen así:

Productos	1957-61	1963	1966	1967	1968
Agropecuarios	22,0	9,8	10,2	11,4	—
Mineros	27,2	63,0	54,5	41,5	—
Industriales	50,3	26,8	35,0	47,1	—
Varios	0,5	0,4	0,3	—	—
	100	100	100	100	

Valor de la Export.	1957-61	1963	1966
Minera US\$ 1.000	9.759	10.653	41.228

Fuente: ALALC

Del exámen de estos cuadros se deduce:

- 1.— La extraordinaria importancia, de todos conocida, de la minería en el comercio exterior de Chile.
- 2.— Que a pesar de constituir la minería el rubro más firme del comercio en el área de la ALALC su contribución con el 41.50/o en 1967 no alcanza a la registrada, 85.30/o en la balanza mundial lo que señala el área de dependencia de la minería chilena.
- 3.— Que dicho porcentaje de 41.50/o es inferior al correspondiente a 196 (63.00/o) y lleva tendencia descendente.

En el cuadro histórico siguiente se resumen los saldos de los balances comerciales generales de Chile con la ALALC y de los balances comerciales productos mineros con la ALALC y con Venezuela (cifras en millones de dólares).

Año	Balance General ALALC	Productos Mineros ALALC			Productos Mineros Venezuela	
		Exp.	Imp.	Saldos	Exp.	Imp.
1957-61	- 31	10	2	+ 8	-	2
1962	- 46	23	12	+ 11	-	10
1963	- 76	32	9	+ 23	-	7
1964	- 59	53	8	+ 45	-	5
1965	- 54	54	16	+ 38	-	14
1966	- 86	43	31	+ 12	-	28
1967	- 106	34	44	- 10	-	39
1968	- 86	-	-	-	-	-

Del exámen de este cuadro se deducen las consideraciones siguientes:

- 1.— El creciente aumento del saldo contra Chile en sus relaciones comerciales con la ALALC (El cobre está incluido).
- 2.— El rápido deterioro de la exportación minera a la ALALC desde 1964 y el enorme aumento de las importaciones de productos minerales desde dicha zona.
- 3.— El aumento de importación minera es debida a la importación de petróleo venezolano que se ha multiplicado prácticamente por ocho entre 1964 y 1967 representando el 90<sup>o</sup>/o de la importación total de minerales.

De los datos anteriormente expuestos se desprende que mientras no se alteren, sustancialmente, las condiciones de los mercados de América Latina, bien por intermedio de la ALALC o bien mediante el Mercado Andino, las perspectivas del comercio de minerales de Chile parece que sólo tiene un horizonte que es el constituido por el de los grandes mercados de los países muy industrializados. En este orden de ideas, la situación geográfica de Chile incide desfavorablemente sobre los fletes.

En los países del área de la ALALC los fletes vigentes desde puerto chileno son los siguientes: (en dólares por tonelada).

	Callao	Buenos Aires	La Guaira	Río de Janeiro	Buenaventura
Cobre metal	16.0	24.0	28.0	24.00	26
Plomo metal	16.0	21.45	—	25.30	—
Hierro lingote	16.0	15.95	23.0	19.80	21
Mineral ensacado	16.0	20.90	19.0	25.30	17
Varios	16.0	20.90	19.0	25.30	17
Sulfato	23.0	27.50	—	35.20	—

Fuente: ALALC

Estos fletes tienen un 3<sup>o</sup>/o de recargo para la Caja Marítima Mercante. Los "granel" tienen tarifas convencionales.

Los fletes entre puertos chilenos son los siguientes:

De Valparaíso a:	E° por Ton.	Impuestos	Total	US\$ equiv.
Arica	69.32	11°/o	77.00	7.0
Tocopilla	64.47	11°/o	71.56	6.5
Antofagasta	63.08	11°/o	70.00	6.4
Talcahuano	52.68	11°/o	58.50	5.3
Puerto Montt	58.92	11°/o	65.40	6.0
Punta Arenas	94.28	11°/o	104.65	9.5
Arica — Punta Arenas	140.72	11°/o	155.70	14.1

Fuente: Servicio Marítimo del Estado.

## B.— CONSECUENCIAS

La situación anteriormente expuesta a través de los problemas planteados ha producido una serie de consecuencias, algunas de las cuales examinaremos a continuación:

### Atonía de la Pequeña Minería

La Dirección General de Estadística y Censos entregó al comienzo de 1969 los índices de producción minera global correspondientes al período Enero—Octubre de 1968. Estos índices fueron publicados por la prensa comparándolos como sigue con el mismo período de años anteriores:

Año	Promedio Enero — Octubre	Variaciones porcentuales
1962	131.5	—
1963	132.0	0.4°/o
1964	339.6	5.8°/o
1965	145.1	3.9°/o
1966	148.1	2.1°/o
1967	146.4	— 1.1°/o
1968	145.8	— 0.4°/o

“Dado el crecimiento experimentado por el Hierro, los Combustibles y el Cobre se culpó a los otros minerales de la trayectoria descendente de los índices citados” (SIC).

De las estadísticas del Servicio de Minas del Estado hemos podido deducir el cuadro siguiente en el que la producción minera de Chile aparece individualizada por substancias y agrupada según su tendencia.

En Aumento		1958	1966	1967	1968	Variación % 1958 - 1967
Petróleo	(m <sup>3</sup> )	885.196	1.975.970	1.916.449	2.177.400	145 <sup>o</sup> /o
Hierro	(Tn.)	3.758.815	12.211.647	10.783.451	11.916.288	217 <sup>o</sup> /o
Cobre	(Tn.)	462.531	663.561	663.478	666.664	44 <sup>o</sup> /o
Plata	(Kg)	54.918	99.460	98.158	166.306	202 <sup>o</sup> /o
Molibdeno	(Tn.)	1.285	4.641	4.740	3.853	200 <sup>o</sup> /o
Sulf. Sódico	(Tn.)	1.381	35.135	17.747	19.391	1.303 <sup>o</sup> /o
Yodo	(Kg)	1.108.351	2.540.580	2.052.620	2.156.002	78 <sup>o</sup> /o
<b>En Disminución</b>						
Salitre	(Tn.)	1.266.954	947.959	785.807	719.168	- 44 <sup>o</sup> /o
Boratos	(Tn.)	8.429	4.103	-	-	- 100 <sup>o</sup> /o
Apatita	(Tn.)	18.916	-	-	-	- 100 <sup>o</sup> /o
Guano	(Tn.)	31.194	15.753	16.307	22.612	- 30 <sup>o</sup> /o
Carbón	(Tn.)	1.978.104	1.652.219	1.496.062	1.611.300	- 19 <sup>o</sup> /o
Plomo	(Tn.)	3.174	827	404	990	- 68 <sup>o</sup> /o
Manganeso	(Tn.)	38.157	17.921	14.846	23.844	- 37 <sup>o</sup> /o
Mercurio	(Kg)	115.230	3.309	6.348	17.696	- 84 <sup>o</sup> /o
Oro	(Kg)	2.208	2.166	1.808	1.796	- 18 <sup>o</sup> /o
Zinc	(Tn.)	1.216	1.348	1.123	1.255	-

Del examen de los cuadros anteriores se deduce que:

1.- En el año 1968 se ha frenado la caída de la producción de algunos minerales. Se observa un cierto repunte dentro de la Tendencia descendente que vienen siguiendo.

2.- Los minerales cuya producción crece, pertenecen a los grupos: Hierro, Petróleo, Cobre y Químico, exponentes de la Gran Industria y son producidos por empresas dotadas de gran tecnología y de grandes medios económicos.

3.— El salitre continúa con su marcha fijada por la irremediable competencia de los abonos sintéticos. El Carbón aumentó circunstancialmente su producción en 1968 debido a la sequía y al consecuente mayor consumo termoeléctrico. El guano tiene un campo de producción fijado por la naturaleza y sin ninguna posibilidad de aumento, más bien al contrario.

4.— La conclusión obtenida del análisis de los índices de la Dirección de Estadística es por lo tanto cierta y la tendencia descendente de la producción se debe a minerales que como el Plomo, el Zinc, el Mercurio, el Manganeso, etc. pertenecen a la Pequeña o si acaso Mediana Minería.

### Minería Inactiva

Las pertenencias mineras pueden clasificarse en Chile en:

- 1.— Pertenencias activas que se exploran o explotan.
- 2.— Pertenencias inactivas que amparan los yacimientos en actividad. Medida lógica admitida, entre ciertos límites en toda minería.
- 3.— Pertenencias especulativas que esperan la llegada de un capitalista o que se utilizan para fines crediticios.
- 4.— Pertenencias de protección a fundos y a explotaciones agrícolas o forestales.

Actualmente no existe en Chile ninguna posibilidad de poder discriminar las pertenencias “realmente mineras” de las que no lo son, puesto que no existe Catastro Minero. Esta discriminación sería fundamental para establecer una política de ayuda a la Pequeña Minería.

Además de los datos publicados en el anuario de Minería pueden deducirse las siguientes comparaciones y conclusiones:

En Chile la última encuesta minera, año 1967—68, Registra un total de 4.143.719 Hás. destinadas a la minería. Es decir, el 50/o de superficie total del país. De ellas 3.144.776 Hás (el 750/o) pertenecen a la minería metálica y 998.043 Hás (250/o) a la no—metálica. El número de pertenencias que cubre dicha superficie es de 700.875 (646.480 para las metálicas y 54.593 para los no metálicos). Por lo tanto, cada pertenencia metálica tiene como promedio 4.88 Hás. y cada pertenencia no metálica 18.3 Hás (1).

---

(1) El Código de Minería define la pertenencia como una propiedad minera que la ley concede constituida por un prisma rectangular de profundidad indefinida cuya sección podrá tener a voluntad del peticionario de 1 a 5 Hás. para la minería metálica, y de 1 a 50 Hás. para las demás. El peticionario puede solicitar varias pertenencias contiguas indicando nombre para cada una y fijando su extensión. Es decir, que una pertenencia puede constituir una mina o explotación, pero no obligatoriamente ya que hay muchas minas constituidas por varias pertenencias agrupadas.

Las cifras anteriores se descomponen así:

Pertenencias	Nº Pertenencias	Nº Hectáreas	o/o Pert.	o/o Hás.
Inactivas	553.341	3.289.837	79.39	78.95
Activas	97.693	595.684	14.38	13.94
Prospección	49.841	258.198	6.23	7.11
	700.875	4.143.719	100o/o	100o/o

Es decir, que en cifras redondas la minería chilena está compuesta por un 79o/o de pertenencias paralizadas y un 14o/o de minas en actividad. Resta un 7o/o de área en prospección. Como teóricamente, según la Ley, todas las áreas han debido ser prospectadas, si mantenemos la proporción actual entre minas activas e inactivas, dada por la larga práctica, tendríamos que esos yacimientos en prospección darían un 5.8o/o de pertenencias inactivas y un 1.2o/o de pertenencias productivas. Por lo tanto, la realidad presente contempla un 85o/o de superficie minera contra solo un 15o/o en producción.

La significación de estas cifras se acentúa aun más si tenemos en cuenta que según el Anuario ya mencionado, que refleja también datos de una encuesta efectuada por la Sociedad Nacional de Minería en 1897, la variación en 70 años sería la siguiente:

Año	Nº Pertenencias	Nº Hectáreas	o/o Activo	o/o Inactivo	Total
1897	8.492	26.679	100	—	100
1967-68	700.875	41.143.719	15	85	100

En otros términos: Mientras en estos 70 años la superficie total minera se ha multiplicado por 160 la superficie activa sólo lo ha hecho por 22.

Por provincia los resultados se recogen en el cuadro y en el gráfico siguiente.

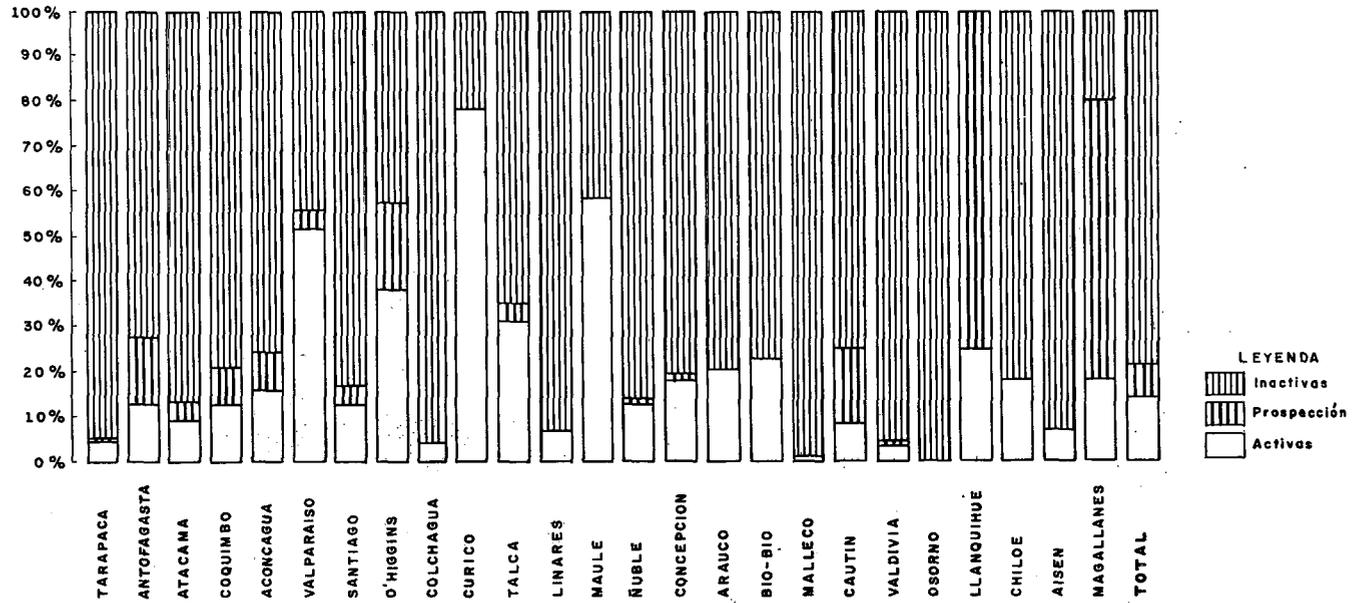
**ROL DE PERTENENCIAS MINERAS**  
( 1967 - 1968 )

PROVINCIA	Activas	%	Inactivas	%	Prospección	%	TOTAL	%
TARAPACA	3.271	4.38	71.446	95.56	47	0.06	74.764	100
ANTOFAGASTA	12.928	12.46	75.643	72.88	15.222	14.66	103.793	100
ATACAMA	13.657	9.65	122.237	86.34	5.657	4.01	141.569	100
COQUIMBO	21.323	12.45	134.472	78.51	15.474	9.04	171.269	100
ACONCAGUA	7.162	16.00	33.754	75.39	3.852	8.61	44.768	100
VALPARAISO	14.564	51.17	12.694	44.60	1.203	4.23	28.461	100
SANTIAGO	6.013	13.01	38.378	83.04	1.823	3.95	46.214	100
O'HIGGINS	8.820	38.23	9.777	42.37	4.476	19.40	23.073	100
COLCHAGUA	229	4.15	5.290	95.85	-	-	5.519	100
CURICO	2.338	78.64	635	21.36	-	-	2.973	100
TALCA	527	31.31	1.086	64.53	70	4.16	1.683	100
LINARES	151	7.17	1.955	92.83	-	-	2.106	100
MAULE	826	59.08	572	40.92	-	-	1.398	100
ÑUBLE	561	13.39	3.607	86.13	20	0.48	4.188	100
CONCEPCION	708	18.10	3.153	80.62	50	1.28	3.911	100
ARAUCO	2.221	19.88	8.952	80.12	-	-	11.173	100
BIO - BIO	60	21.82	215	78.18	-	-	275	100
MALLECO	10	0.23	4.297	99.77	-	-	4.307	100
CAUTIN	64	8.12	594	75.38	130	16.50	788	100
VALDIVIA	31	3.66	813	95.99	3	0.35	847	100
OSORNO	-	-	-	-	-	-	-	-
LLANQUIHUE	105	24.71	-	-	320	75.29	425	100
CHILOE	95	17.12	460	82.88	-	-	555	100
AYSEN	1.619	6.59	22.931	93.41	-	-	24.550	100
MAGALLANES	410	18.09	380	16.77	1.476	65.14	2.266	100
<b>TOTAL</b>	<b>97.693</b>	<b>13.94</b>	<b>553.341</b>	<b>78.95</b>	<b>49.823</b>	<b>7.11</b>	<b>700.875</b>	<b>100</b>

FUENTE: "Anuario de la Minería de Chile" Año 1967  
Servicio de Minas del Estado

# PERTENENCIAS MINERAS (1967-1968)

## ACTIVIDAD ACTUAL



Del examen de estos cuadros se desprende una serie de consecuencias:

1.— Las provincias tradicionalmente mineras tales como Antofagasta, Atacama y Coquimbo, muestran unos índices de actividad que encajan en el panorama general del país.

2.— Se observa que una provincia como la de Aysén que posee indicios promisorios de mineralización y que necesita un amplio programa de desarrollo, ofrece un índice muy bajo de actividad; solamente el 6.59%. Si a esto unimos el 0% señalado por la actividad prospectora se ve claramente que el desarrollo de su minería está totalmente bloqueada por la posición a la expectativa de los propietarios de las pertenencias mineras.

3.— La Provincia de Curicó, donde no se conoce explotación minera alguna, ofrece coeficientes totalmente anormales.

Las anomalías mencionadas en este último apartado nos han hecho analizar la metodología empleada en la confección de las estadísticas mineras con los siguientes resultados:

a) El Servicio de Minas del Estado no tiene posibilidad alguna de comprobar las declaraciones de minas "activas" o "inactivas" que son formuladas ante la Tesorería Comunal al efectuar el pago anual de patentes. Además carece de presupuesto y del personal necesario para ello.

b) Tampoco pueden comprobarse sobre el terreno las mensuras de los planos realizados por personal que, aunque autorizado por el Ministerio, no pertenece a éste.(1).

c) En el cuadro de su notoria exiguidad las patentes de las pertenencias mineras inactivas pagan el doble de las que están en producción.

d) Esta penalización, a pesar de su escaso monto total, no ayudará a obtener siempre declaraciones ajustadas a la realidad y por lo tanto, es lógico suponer que el 15% señalado como índice de la actividad minera del país es una cifra optimista y que en la realidad este porcentaje es seguramente inferior.

---

(1) El Decreto 370 del 14 de Febrero de 1941 adjudica al Servicio de Minas del Estado la mensura de las minas en cumplimiento del Art. 52 del Código de Minería. Cuatro años más tarde el Decreto 715 del 25 de Mayo de 1945 anulaba tal adjudicación y abría las puertas a "peritos mensuradores" ajenos al Servicio de Minas.

## C.— COMPARACION CON OTROS PAISES.

De algunos datos que poseemos se desprende que:

En España, datos de 1958, la superficie minera era de 2.452.000 Hás., es decir, el 50/o de la superficie del país. Esta cifra se descompone en:

Minas	Nº . Hectáreas	Porcentajes
Activas	1.395.000	57º/o
Inactivas	1.057.000	43º/o
	2.452.000	100º/o

Y se distribuye en 30.506 minas (concesiones) con un promedio de 120 Hás cada una.

En Canadá, cuyo tremendo desarrollo minero es de todos conocido, toda su área minera está prácticamente en actividad puesto que se concede sólo un año para explorar. La paralización de los trabajos significa la pérdida de los derechos salvo en los casos en que se demuestre que para obtener el título definitivo se ha efectuado una inversión mínima de US\$ 1.000 por pertenencia.

En Perú, se registran para 1968 las cifras siguientes:

	Nº .	Hás.	Promedio
<b>Concesiones de explotación</b>			
Metálicas	9.997	521.638	52 Hás.
No—Metálicas	2.114	289.838	137 Hás.
	12.111	811.476	
<b>Concesiones de exploración</b>			
Metálicas	6.690	2.534.829	378 Hás.
No—Metálicas	2.142	909.365	425 Hás.
	8.832	3.444.194	

## D.— RESUMEN

Como puede apreciarse por las cifras y las consideraciones expuestas la situación general de la minería chilena no es demasiado satisfactoria en cuanto a posibilidades de desarrollo y diversificación ni en cuanto a facilidades para su reestructuración administrativa. Esta situación se agrava en el caso de la Pequeña Minería en la que, salvo los notables esfuerzos realizados por algunos productores de Cobre, se observa un panorama de estancamiento producido por sus propios defectos orgánicos y por un exceso de dificultades que se suman a la escasez de alicientes económicos. El problema así creado se acentúa por la tendencia mundial de ir a las grandes explotaciones masivas, a los grandes rendimientos, a las grandes producciones. En la minería esta tendencia se traduce en preferir los grandes movimientos de tierras a cielo abierto mejor que las explotaciones subterráneas, que las enormes masas minerales de baja ley que las pequeñas de alta, los grandes complejos de beneficio y la transformación mejor que centenares de pequeños. Y esta tendencia está cada vez más facilitada por el avance de una tecnología que permite ya explotaciones con 0.300/o de Cobre que introduce sistemas de procesamiento de flujo continuo, que vigila la composición de las corrientes de minerales por rayos X, que automatiza los circuitos, que determina mezclas y composiciones por computadores, que rebaja los fletes con enormes transportes terrestres y marítimos y que hasta posibilita la explotación de los inmensos recursos minerales del mar. El resultado obtenido es que actualmente el 960/o de la producción mundial de minerales se obtiene en algo menos de un millar de explotaciones mineras. El 40/o restante es producido por más de 6.000.

Estas consideraciones configuran la creencia económica de que la vida de la Pequeña Minería, tal como hoy día está estructurada, está limitada a solo algunas decenas de años más y que, por lo tanto, la posible colocación de sus reservas minerales en el mercado requiere un plan urgente de desarrollo que permite aprovecharlas antes de que otras explotaciones más económicas o los productos de sustitución las conviertan en inutilizables.

Evidentemente entre las circunstancias adversas que gravitan sobre la minería chilena las hay que no tienen solución ninguna: condiciones geológicas y geográficas, fletes, etc. Otras en cambio son más o menos fácilmente remediabes por ser principalmente de orden administrativo y de buena voluntad: Código de Minería, Catastro Minero, Enseñanza Técnica, Labor de Coordinación y Cooperativización, Plan de Desarrollo Minero, Plan de Carreteras Mineras, etc.

**COBALTO**

# COBALTO

## INDICE

	Págs.
I.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	27
II.- ANTECEDENTES . . . . .	29
A.- Historia . . . . .	29
B.- Usos . . . . .	30
C.- Consumo Mundial . . . . .	34
D.- Producción Mundial . . . . .	38
E.- Reservas Mundiales . . . . .	40
III.- GEOLOGIA . . . . .	41
A.- Descripción . . . . .	41
B.- Génesis . . . . .	43
C.- Yacimientos Mundiales . . . . .	45
D.- Chile . . . . .	49
D.1.- Antecedentes . . . . .	49
D.2.- Provincias Metalogénicas . . . . .	49
D.3.- Yacimientos . . . . .	50
D.4.- Mapa de Ubicación . . . . .	71
D.5.- Reservas . . . . .	72
IV.- EXPLOTACION . . . . .	73
A.- Minería . . . . .	73
B.- Preparación . . . . .	74
C.- Metalurgia . . . . .	75
D.- Chile . . . . .	79
V.- COMERCIALIZACION . . . . .	81
A.- Presente . . . . .	81
B.- Futuro . . . . .	86
C.- Chile . . . . .	88
ANEXO 1	
EL COBALTO Y LA GANADERIA . . . . .	89

## I.— CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1.— A diferencia de los yacimientos explotados en el resto del mundo, que son principalmente de origen secundario, los minerales chilenos de Cobalto son de origen primario presentando únicamente una reducida zona superficial de enriquecimiento secundario.

2.— Los yacimientos mundialmente importantes están relacionados con rocas básicas y ultrabásicas. No sucede así con los yacimientos chilenos ya que por su génesis pueden asociarse a rocas muy diversas, lo cual no permite dar pautas definidas, pero si permite asegurar que los conocidos hasta ahora, no están relacionados con rocas ultrabásicas. El mecanismo genético de los yacimientos chilenos tampoco sigue el modelo mundial, ya que en general sólo se limita a una actividad magmática sin procesos posteriores de enriquecimiento.

3.— Los yacimientos chilenos son netamente filonianos siendo sus minerales más frecuentes safflorita, cobaltita y danaita los que aparecen asociados a calcopirita, piritita y tetraedrita. Generalmente estos depósitos están relacionados con extensos yacimientos hipotermales de cobre. Cuando los minerales de Cobalto aparecen junto a otros minerales metálicos forman casi siempre lentes individuales de mineral casi puro lo cual facilita la selectividad durante la explotación.

4.— Las leyes medias de los yacimientos chilenos son bajas, inferiores al 10/o, aunque presentan zonas de enriquecimiento al 60/o y al 80/o. Las reservas hasta ahora calculadas son escasas, unas 150 ton. en total. Además estos depósitos tienen características distintas a la del resto del mundo. Todas estas razones hacen que resulte bastante difícil su explotación.

5.— No se ha realizado hasta ahora un estudio sistemático de las posibilidades de los yacimientos conocidos ni tampoco una prospección de las zonas que pudieran, teóricamente, contener Cobalto.

6.— El mercado mundial señala un progresivo aumento de los precios del Cobalto y una gran firmeza para el futuro. Todavía no se puede prever el efecto que produciría en el mercado la explotación de los nódulos marinos que contienen Cobalto y manganeso si efectivamente, como se dice, este tipo de explotación se convierte en una realidad en un plazo de diez a quince años.

7.— Chile no tiene industria propia capaz de absorber un posible desarrollo de la minería del Cobalto. Las necesidades chilenas representan anualmente la escasa cifra de unos US\$ 10.000 de sales secantes. Tampoco puede crear alrededor de este mineral una industria de transformación o de manufacturas. El único futuro previsible sería la exportación de los minerales que una vez más se vería gravada por la posición geográfica de Chile, aunque en este caso y debido al alto precio de los minerales su incidencia sería insignificante.

## RECOMENDACIONES.

1.— De los depósitos actualmente conocidos sería conveniente estudiar las posibilidades económicas de explotación de los Distritos de San Juan (Mina Blanca, Despreciada, etc.), y Tambillos (Minas Buitre y Minillas). Sus reservas, sus leyes y sus antecedentes permiten suponer que la mineralización continúa en profundidad.

2.— Es aconsejable prospectar la faja de la costa que corre entre la Serena y Tocopilla en la vecindad de los yacimientos de cobre de alta temperatura. (Distrito de Algarrobo, El Roble, Las Animas).

3.— El hecho de que hasta ahora los yacimientos chilenos de Cobalto no sigan la relación que mundialmente tienen con rocas básicas y ultrabásicas no excluye la posibilidad de encontrar algunos que confirmen la regla general. Por ello sería conveniente prestar atención a la zona de la Cordillera de la Costa en la que predominan las rocas básicas.

## II.— ANTECEDENTES

### A.— HISTORIA

Las primeras noticias históricas sobre el Cobalto se relacionan con su utilización en Persia como colorante azul de vidrios y esmaltes, unos 2250 años A.C. Después aparece en los objetos de adorno de los asirios y de los egipcios entre 1.500 y 1.200 años A.C. La abundancia de estatuillas Ushabti y de esmaltes egipcios teñidos con sales de Cobalto permiten suponer que en Egipto llegaron a dominar perfectamente su empleo como pigmento. Más tarde, durante la XXI dinastía vuelve a encontrarse en China, unos 900 a 600 años A.C., para desaparecer en Europa durante la civilización griega. Posteriormente reaparece utilizado en los primitivos cristales venecianos del siglo XIV en cuya fabricación se empleaban arseniatos complejos de Cobalto procedentes de Sajonia. De esta etapa, alrededor del año 1.300 parece proceder el nombre actual de Cobalto ya que los arseniatos sajones producían en los que explotaban y trabajaban una serie de enfermedades y lesiones que los mineros atribuían a la influencia de unos gnomos malignos que llamaban “Kobolts”. En 1470 existían en Schneeberg (Sajonia) unas 170 minas. Durante unos cuatro siglos, hasta finales del siglo XIX, los minerales colorantes procedían exclusivamente de Sajonia, Hungría y Noruega. En 1935 el Co se aisló como elemento metálico. En 1974 entró en el mercado Nueva Caledonia cuya producción se colocó pronto en primer lugar. En 1905 se descubrieron las propiedades del Cobalto como componente de aceros para herramientas rápidas que tanto desarrollo adquirieron con la Primera Guerra Mundial. Desde esta época las especiales cualidades del Cobalto lo convirtieron en un metal eminentemente estratégico. Krup, lanzó en 1927 la “Widia” que es un carburo de tungsteno revestido de Cobalto utilizado mundialmente en herramientas de corte y perforación. El uso del Cobalto en los imanes permanentes comenzó en 1920 lanzándose en 1935 las aleaciones magnéticas serie ALNICO (Fe, Co, Ni y Al) y más tarde los compuestos de Cobalto y Platino. Durante la Segunda Guerra Mundial el Cobalto estuvo clasificado en el grupo 3º de los minerales estratégicos ocupando el 25º lugar de los metales sujetos a almacenaje hasta el año 1943, fecha en que se liberó. En 1948 comenzó a utilizarse el isótopo radioactivo Co.60 producido por Cobalto metálico en una pila atómica. En 1956 se lanzó comercialmente el primer Cobalto metálico puro al 99,99% de pureza.

En 1957 se creó el “Instituto del Cobalto” constituido por los principales productores mundiales con objeto de desarrollar el mercado. Su organismo ejecutivo es el C.I.C., “Centro de Información del Cobalto” establecido en 1956. Este organismo encargó al C.N.I.M., “Centro Nacional de Investigaciones Metálicas” (creado en 1949 para el Benelux) y a otros laboratorios complementarios, un programa de

investigación sobre el Cobalto cuyos resultados se plasmaron en una conferencia mundial celebrada en Bruselas en 1964.

La moderna historia del Cobalto ha señalado una serie de períodos de emergencia que impulsaron notablemente su conocimiento y su desarrollo industrial. La casi totalidad de las conquistas realizadas en estos períodos se han mantenido en las épocas de paz y son actualmente fundamentales para la era espacial.

## B.— USOS.

El Cobalto tiene una diversidad de aplicaciones, debido a sus propiedades estructurales, ópticas, térmicas, eléctricas, magnéticas, mecánicas, atómicas y nutritivas de animales y plantas.

Sus principales campos de aplicación son las aleaciones magnéticas, las aleaciones refractarias y los aceros rápidos.

Actualmente el Cobalto es el primer componente de las aleaciones magnéticas de alta temperatura pues conserva el magnetismo a 1.150°. Existe toda una gama de aceros magnéticos al Cobalto, Níquel y Aluminio (Serie ALNICO) y también el Cobalto-Platino con los que se fabrican imanes permanentes cuyas calidades mejoran en continua progresión permitiendo su uso creciente en los ordenadores que utilizan cada vez más memorias magnéticas en delgadas películas. El aumento de su ductibilidad permite fabricar finos alambres que se usan en electrónica, relojería, medicina, instrumentos miniatura, magnetófono, etc. Las aleaciones más conocidas son:

ALNICO	Co (5 a 35%)
REMALLOY	Co (12%)
VICALLOY	Co (52%, 14%)
CUNICO	Co (29 a 41%)
COBALTO – FOSFORO	Co (50%)
PERMENDUR	Co – Fe (al 50%)
HIPERCO	Co 35%, Fe 64%, Cr, 1%

Los aceros al Cobalto de alta resistencia a temperaturas elevadas han adquirido recientemente una enorme importancia. Por ejemplo: en las centrales térmicas de 1925 se empleaban presiones de 25 Kg/cm<sup>2</sup> con temperaturas de 425 °C. En 1960 la presión se elevó a 350 Kg/cm<sup>2</sup> con temperaturas de 650 °C. Estos factores determinaron una caída en el consumo de carbón por Kw/h de 0,53 kg en 1925 a 0.29

en 1960, es decir una reducción de casi un 55%. Los aceros ferríticos con bajo porcentaje de cromo y molibdeno sólo permiten alcanzar los 560 °C. Los austeníticos, altos en cromo y molibdeno, pasan de los 650 °, pero en cambio son costosos y de difícil soldadura. Con los aceros al Cobalto y cromo se han podido evitar los inconvenientes anteriores. Iguales resultados se han obtenido en los aceros de construcción que han pasado de 36 Kg/cm<sup>2</sup> como carga de ruptura a los 52 Kg/cm<sup>2</sup> de los aceros al Cobalto produciéndose así una notable reducción de peso y de unas mayores facilidades de manejo que permiten competir ventajosamente con el concreto. También se emplean en válvulas, alambres de turbina de "jet", etc.

Un resultado espectacular, sobretudo para la industria espacial, se ha obtenido con los llamados "Aceros Maraging" lanzados al mercado en 1961. Sus características generales son: aceros al 0,03% de carbono como máximo y conteniendo Ni, Co, Mo, Ti y Al. Por simple reconocimiento a 480° C, durante 3 a 6 horas, adquieren resistencias que van desde 150 a 320 Kg/mm<sup>2</sup>.

TIPO:	200 CVM	250 CVM	300 CVM	350 CVM	En ensayo
C	0.03	0.03	0.03	Acero	—
Ni	18.50	18.50	18.50	"Vasco"	—
Co	8.50	7.50	9.00	secreto	—
Mo	3.25	4.80	4.80	—	—
Ti	0.20	0.40	0.60	—	—
Al	0.10	0.10	0.10	—	—
R — Kg/mm <sup>2</sup>	148	179	200	250	320

Hoy se emplean estos aceros en las envolturas de los grandes cohetes espaciales y de los cohetes de combustible sólido. También se usa para nuevos helicópteros de combate, para las modernas embarcaciones hidroplaneadoras, para una serie de máquinas, herramientas de precisión, en herramientas varias y en toda una serie de utilidades en las que el mayor costo del acero se ve compensado por su extraordinaria resistencia, por la supresión de tratamientos térmicos y por la facilidad de soldura.

Las aleaciones de alta resistencia ofrecen un enorme campo de utilización para herramientas rápidas. Ya era conocida desde hace tiempo la "Estellita", aleación al 55% de Cobalto, con cromo y wolfram, que tiene una dureza superior a la de cualquier acero y mantiene el filo a temperaturas de 600°C. Con 87% de Ti, 6% de

de Al, 40/o de V y 30/o de Co se han llegado a obtener resistencias de 130 Kg/mm<sup>2</sup> necesarias para el desarrollo de la aeronáutica y de la industria espacial. Una nueva aleación con 500/o de Co, 300/o de Cr y 200/o de Fe resiste temperaturas del orden de los 1.300°C.

La investigación realizada para el Congreso del Cobalto de 1964, en la que se emplearon microscopios electrónicos y de emisión así como microsondas electrónicas, al objeto de estudiar las propiedades físicas, eléctricas, magnéticas, mecánicas y químicas del Cobalto, determinó la distribución atómica del Cobalto y de sus aleaciones y las distorsiones de su estructura cristalina así como la difusión del Co en las aleaciones. El papel del Cobalto no parece ser directo, no forma carburos ni nitruros, no influye sobre el grano ni sobre el temple, pero actúa sobre la velocidad de difusión de los componentes y sobre las estructuras. Se sigue investigando la causa que origina la alta resistencia mecánica de las aleaciones al Cobalto. Se precisaron nuevas técnicas metalúrgicas en hornos de bombardeo electrónico, de electrodos consumibles, etc. y nuevas aplicaciones en las aleaciones.

También se emplea el Cobalto en la aleación llamada "Vitallium" (650/o Co, 300/o Cr y 50/o Mo) muy comunmente utilizada en cirugía e injertos óseos.

En EE.UU. se están realizando ensayos para emplear coches movidos por baterías de plomo y Cobalto. El ganador de una carrera en 1968 llevaba 2.000 Kg. de acumuladores.

El Cobalto metálico maleable se obtiene a partir del polvo de Cobalto o refundido al vacío y laminado en frío. Se produce en láminas o alambres que tienen una resistencia de 80 Kg/mm<sup>2</sup> y un vasto campo de aplicación.

La aplicación de las sales de Cobalto en la nutrición de animales es muy reciente. Largos ensayos precedieron la comprobación, en 1935, de que era el Cobalto, entre todos los elementos metálicos del suelo, el que hacía desaparecer una serie de enfermedades de tipo anémico y carencial que afectaban al ganado. En 1948 se pudo, por fin aislar un compuesto cristalino de color rojo que en el hígado humano actuaba como factor antianémico. Se había encontrado la vitamina B12 y ésta lleva un átomo de Cobalto en su molécula.

En los suelos y en la agricultura la importancia del Cobalto está relacionada con los pastos y la fanadería. El Cobalto se encuentra en casi todas las tierras y vegetales pero no uniformemente distribuido. Parece que el Cobalto, durante la cristalización fraccionada del magma, se unió en preferencia con las rocas de las primeras fases existiendo una diferencia muy apreciable entre el contenido de Cobalto de las rocas

básicas (serpetinas, gabros y peridotitas) y el de las rocas ácidas (granitos, granofiros, etc.) últimas en cristalizar. Por esta razón los suelos formados sobre rocas básicas y ultra-básicas contienen más Cobalto que los formados sobre granitos. Aunque la formación de los suelos no se rige exactamente por la composición de la roca base, puesto que otros factores ajenos a esta pueden introducir grandes variaciones en el contenido de Cobalto, es sin embargo un hecho comprobado que las áreas de incidencia de enfermedades y nutrición deficiente coinciden con terrenos de cenizas volcánicas, graníticos, arenosos, calizos, etc. que representan un bajo contenido de Cobalto. Por debajo de 2 gr. de Co por tonelada de tierra se entra en la zona de enfermedades carenciales.

En medicina los isótopos de Cobalto radioactivo Co. 60 se usan para tratamiento interno y para teleterapia (tratamiento externo) mediante concentrados destellos. También como trazadores para diversas investigaciones. El Co. 60 emite rayos gamma monocromáticos de 1.2 millones de electrón-voltios. Estas radiaciones también se usan para esterilizar injertos, vendajes, penicilina, alimentos, insectos, etc.

Un resumen, de las aplicaciones del Cobalto según los porcentajes con los que participa es el siguiente:

- a) 0,05% de Co — Varillas de soldar y aceros inoxidables.
  - b) 0,20% de Co — Límite máximo permitido en materiales empleados en industria atómica.
  - c) 1,00% de Co — Válvulas de Motores.
  - d) 2,4% de Co — Aceros de construcción. Límite máximo para aceros inoxidables.
  - e) 6-7% de Co — Anodos de Ni para plateado.
  - f) 7-52% de Co — Imanes permanentes. ALNICO y otros.
  - g) 20-65% de Co — Aleaciones diversas con Ni, W, Mo y Cr y en proporciones variables. Gran resistencia a la corrosión a alta temperatura. Toberas de turbo-reactores.
- Co — metal en polvo — Carga para cementar carburos de tungsteno en herramientas de perforación y corte.

- Co - óxido - Colorante azul para cerámica, vidrios y esmaltes. Aumenta la adherencia metal-esmalte.
- Co-en sales - Constituye el secante más rápido que se conoce para pinturas y barnices. Fabricación de linoleum. Se emplea también en agricultura como catalizador de suelos y para paliar carencias nutritivas de animales y plantas.

### C.- CONSUMO MUNDIAL.

Los Estados Unidos, aunque su producción es pequeña, son los principales consumidores del mundo. La historia de su consumo se refleja en el cuadro siguiente:

	1925	155 Tons.
	1936-1940	850 "
	1945-1950	2.200 "
	1950-1959	4.000 "
	1960	4.051 "
	1963	4.776 "
	1966	6.443 "
	1967	6.339 "
	1968	5.250 "

La descomposición por Clases de este consumo ha sido:

CLASE	1955-59	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Metal	3.140	3.067	3.342	4.123	3.695	3.749	4.931	5.338	5.266	4.150
Oxido	376	343	408	453	424	435	436	348	297	-
Chatarra	171	109	81	94	112	67	40	22	54	-
Sales y secantes	477	532	472	441	545	580	760	735	722	-
<b>TOTAL</b>	<b>4.164</b>	<b>4.051</b>	<b>4.303</b>	<b>5.111</b>	<b>4.776</b>	<b>4.831</b>	<b>6.167</b>	<b>6.443</b>	<b>6.339</b>	<b>4.150</b>

Las fluctuaciones del mercado del Cobalto en EE. UU. en cuanto a competencia entre el consumo metálico y el no-metálico, queda reflejado en el cuadro siguiente:

	Consumo no-metálico	Consumo metálico
1914	100 <sup>o</sup> /o	—
1921-1925	55 <sup>o</sup> /o	45 <sup>o</sup> /o
1936-1940	35 <sup>o</sup> /o	65 <sup>o</sup> /o
1940-1945 (1)	20 <sup>o</sup> /o	80 <sup>o</sup> /o
1945-1950	32 <sup>o</sup> /o	68 <sup>o</sup> /o
1950-1953 (1)	15 <sup>o</sup> /o	85 <sup>o</sup> /o
1954-1959	20 <sup>o</sup> /o	80 <sup>o</sup> /o
1959-1965	22 <sup>o</sup> /o	78 <sup>o</sup> /o
1966	20 <sup>o</sup> /o	80 <sup>o</sup> /o
1967	20 <sup>o</sup> /o	80 <sup>o</sup> /o
1968	20 <sup>o</sup> /o	80 <sup>o</sup> /o

(1) Períodos de emergencia.

El desarrollo del consumo metálico logrado durante la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea se ha mantenido posteriormente durante la época de paz.

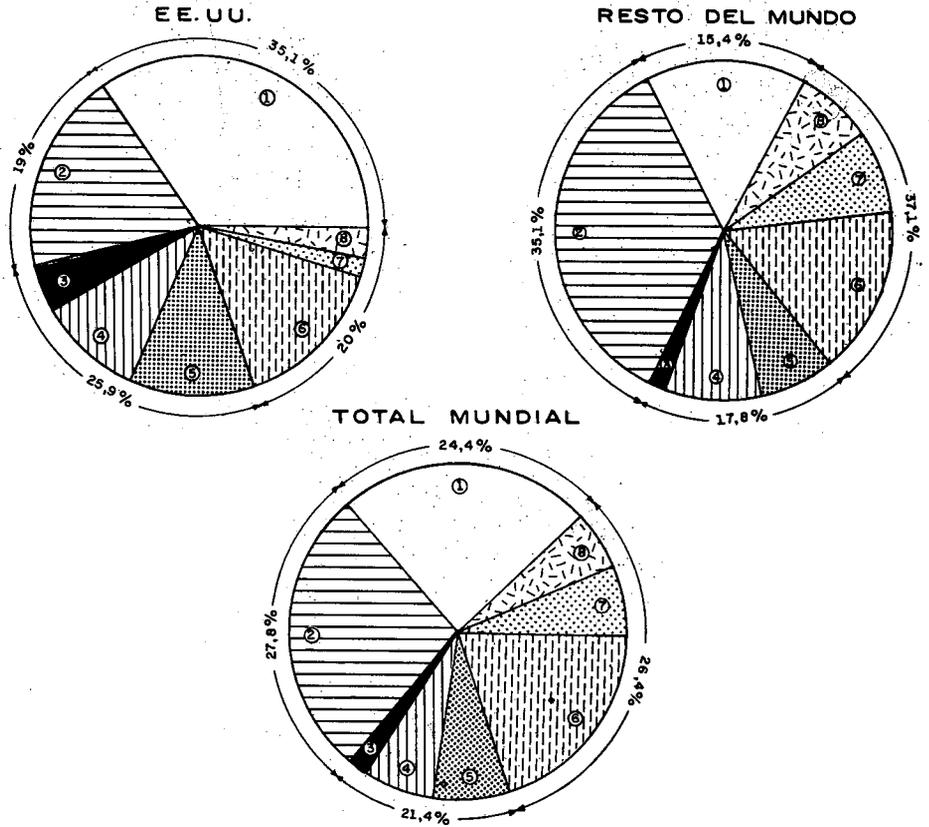
**COBALTO CONSUMIDO EN EE.UU. POR USO**  
(CONTENIDO EN TON. METRICAS)

U S O S	1960	o/o	1963	o/o	1966	o/o	1967	o/o
<b>METALICOS</b>								
Acero rápido	70	2.26	183	5.09	187	3.62	170	3.35
Acero de herramientas	24	0.78	63	1.75	79	1.54	64	1.26
Aceros varios	260	8.40	316	8.80	384	7.45	302	5.94
Aleaciones magnéticas	1.083	34.98	1.067	29.71	1.224	23.74	1.128	22.19
Aleaciones para corte	119	3.84	125	3.48	163	3.17	147	2.89
Aleaciones resistentes a alta temperatura	918	29.65	1.113	30.99	1.652	32.04	1.564	30.77
Aleaciones de revestimiento de varillas de soldar	203	6.56	275	7.66	432	8.38	392	7.71
Carburos de cementación	145	4.68	185	5.15	264	5.12	220	4.33
Aleaciones no férricas	49	1.58	72	2.00	161	3.13	80	1.57
Varios	225	7.27	193	5.37	609	11.81	1.016	19.99
<b>Total</b>	<b>3.096</b>	<b>100.00</b>	<b>3.592</b>	<b>100.00</b>	<b>5.155</b>	<b>100.00</b>	<b>5.083</b>	<b>100.00</b>
<b>NO METALICOS (excepto sales y secantes)</b>								
Revestimientos	211	49.90	263	41.16	207	37.38	130	24.30
Pigmentos	86	20.30	101	15.81	84	15.16	93	17.38
Varios	126	29.80	275	43.03	262	47.46	312	58.32
<b>Total</b>	<b>423</b>	<b>100.00</b>	<b>639</b>	<b>100.00</b>	<b>553</b>	<b>100.00</b>	<b>535</b>	<b>100.00</b>
<b>SALES Y SECANTES</b>								
Lacas, barnices, pinturas, tintas, pigmentos, esmaltes, vidriado, electricidad	532	100.00	545	100.00	735	100.00	722	100.00
<b>TOTAL DE USOS</b>	<b>4.051</b>		<b>4.776</b>		<b>6.443</b>		<b>6.340</b>	
<b>RESUMEN DE USOS</b>								
<b>METALICOS</b>	<b>3.096</b>	<b>76.43</b>	<b>3.592</b>	<b>75.21</b>	<b>5.155</b>	<b>80.01</b>	<b>5.083</b>	<b>80.17</b>
<b>NO METALICOS</b>	<b>423</b>	<b>10.44</b>	<b>639</b>	<b>13.38</b>	<b>553</b>	<b>8.58</b>	<b>535</b>	<b>8.44</b>
<b>SALES Y SECANTES</b>	<b>532</b>	<b>13.13</b>	<b>545</b>	<b>11.41</b>	<b>735</b>	<b>11.41</b>	<b>722</b>	<b>11.39</b>
<b>T O T A L</b>	<b>4.051</b>	<b>100.00</b>	<b>4.776</b>	<b>100.00</b>	<b>6.443</b>	<b>100.00</b>	<b>6.340</b>	<b>100.00</b>

FUENTE: "MINERALS YEARBOOK"

# GRAFICO DEL CONSUMO DE COBALTO POR USO 1966

## ESTUDIO COMPARATIVO



- 1-- ALEACIONES ESPECIALES — { ALEACIONES REFRACTARIAS  
ALEACIONES DE CORTE Y RESISTENTES AL DESGAST
- 2-- ALEACIONES MAGNETICAS
- 3-- CARBUROS DE CEMENTACION
- 4-- ACEROS — { ACERO RAPIDO  
ACERO DE HERRAMIENTAS  
ACEROS VARIOS
- 5-- VARIOS USOS METALICOS—ALEACIONES NO FERROSAS
- 6-- USOS NO METALICOS — { SALES Y OXIDOS  
SECANTES  
VARIOS
- 7-- PIGMENTOS
- 8-- RECUBRIMIENTOS Y ESMALTES

La comparación en 1967 entre los usos del Cobalto en EE.UU. y en el resto del mundo da los siguientes resultados:

Usos	EE. UU.	Resto del mundo
Metálico	80,17 <sup>o</sup> /o	68,3 <sup>o</sup> /o
No-metálico	8,44 <sup>o</sup> /o	20,2 <sup>o</sup> /o
Sales y secantes	11,39 <sup>o</sup> /o	11,5 <sup>o</sup> /o
	100 <sup>o</sup> /o	100 <sup>o</sup> /o

#### D.— PRODUCCION MUNDIAL

El Cobalto se obtiene casi en su totalidad como sub-producto, más o menos importante, de las explotaciones de otros minerales tales como cobre, níquel, plata y pirita. En el Congo la "Union Miniere de Katanga" lo obtiene como sub-producto del cobre. Lo mismo ocurre en Zambia. En Canadá es un producto de la minería del cobre y níquel (Ontario) y de la plata (Cobalt-Ownganda). En EE.UU. es de procedencia diversa, derivándose incluso de la ceniza de las piritas tostadas para ácido sulfúrico. En Cuba los yacimientos son lateritas níquelíferas. En Alemania, Finlandia y en resto de Europa se obtiene de las cenizas de pirita.

La producción y consumo mundial llegaron a un record en 1966. El Congo es el primer país productor del mundo con 50<sup>o</sup>/o a 60<sup>o</sup>/o de la producción mundial. El Gobierno del Congo nacionalizó en Diciembre de 1966 las concesiones de la Union Miniere que en este año había producido el 56<sup>o</sup>/o del total mundial. El detalle de su producción en 1966 se refleja en el cuadro siguiente:

#### CONGO (Kinshasa)

Productos	Tons. métricas	o/o
Cobalto electrolítico en Cátodos	1.951	17,3
Cobalto electrolítico en nódulos	5.154	45,6
Cobalto electrolítico comercial	4.190	37,1
TOTAL	11.295	100 o/o

**PRODUCCION MUNDIAL DE COBALTO**  
( TONELADAS METRICAS )

CONTINENTES	1951-56	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
AFRICA	9.118	10.824	10.002	9.051	11.695	11.337	11.157	11.980	9.451	10.777	11.761	14.803	13.100
AMERICA LATINA*	-	-	-	-	-	62	-	164	472	698	798	916	907
AMERICA del NORTE	1.386	2.748	3.277	3.054	2.485	1.618	1.443	1.579	1.371	1.444	1.654	1.593	1.498
ASIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUROPA**	736	935	981	1.106	1.469	1.210	811	3.191	3.153	2.863	2.763	2.630	2.585
OCEANIA	11	12	13	55	99	13 <sup>(1)</sup>	13 <sup>(1)</sup>	15 <sup>(1)</sup>	87	74	91	97	91
TOTAL	11.251	14.519	14.273	13.266	15.748	13.240	13.424	16.929	14.534	15.856	17.067	20.039	18.181

\* Sólo Cuba produce

\*\* Desde 1962 se incluye U. R. S. S.

(1) Estimados

FUENTE: "MINERALS YEARBOOK"

## E.— RESERVAS MUNDIALES

Parecen amplias y suficientes para unos cien años al ritmo actual de consumo. Las cubriciones dadas por las compañías explotadoras aumentan año tras año y se siguen descubriendo nuevos yacimientos.

Los cálculos de reservas mundiales más recientes dan las cifras siguientes expresadas en Cobalto contenido.

	1960	1965
Congo	750.000 Tons.	750.000 Tons.
Zambia	250.000 "	375.000 "
Marruecos	— "	13.000 "
Cuba (en minerales al 0,10 <sup>o</sup> /o)	370.000 "	370.000 "
Cuba (en minerales al 0,07 <sup>o</sup> /o)	700.000 "	1.200.000 "
Canadá	130.000 "	343.000 "
Estados Unidos	43.000 "	100.000 "
EE. UU. (en minerales al 0,1 <sup>o</sup> /o)	107.000 "	107.000 "
Nueva Caledonia	440.000 "	440.000 "
Filipinas	100.000 "	100.000 "

No se conocen las cifras de la U.R.S.S. pero dicen poseer las reservas más importantes del mundo. Hay que añadir también los nuevos yacimientos de la Isla de Waigeo, Nueva Guinea Holandesa; las lateritas de Mindanao en Filipinas; los minerales de manganeso cobaltífero de Minas Gerais en Brasil y por último es de mención reciente el Cobalto contenido en las aguas del Océano Pacífico.

En resumen no aparece ningún problema de abastecimiento en el futuro.

### III. – GEOLOGIA

#### A. – DESCRIPCION

Símbolo	Co	Densidad	8.8
Nº atómico	27	P. Fusión	1.490°
P. atómico	58.94	P. Ebullición	2.900°

Metal color: plata

Los principales minerales cristalizan en el sistema cúbico.

El Cobalto es unas veinte veces menos abundante que el Ni y casi tan abundante como el Pb en la corteza terrestre. Es muy difícil de encontrarlo en grandes concentraciones o yacimientos. Su ley promedio en la corteza terrestre se estima en 22 p.p.m. Aparece generalmente muy diseminado en casi todos los minerales metálicos (cobre, níquel, plomo, zinc, hierro, plata y manganeso), en las aguas minerales y del mar, en el suelo, en los organismos animales y vegetales y hasta en el sol y en atmósferas extra-terrestres.

Los minerales de Cobalto se agrupan en: arseniuros, sulfuros, sulfoarseniuros y óxidos.

#### Arseniuros

Esmaltina –  $As_2(Co.Ni)$  – Sistema regular. 28°/o de Co.

Skuterudita –  $As_3(Co.Ni.Fe)$  – con un 28°/o de Co. Constituye los yacimientos de Sajonia, acompañado con Ag y de Marruecos con Au. Se confunde con la pirita arsenical.

Safflorita –  $As_2(Co.Fe)$  – con un 18°/o Co. Cristaliza en el sistema rómbico.

Lollingita –  $As_2Fe$  – acompañado con algo de Co que substituye al Fe.

#### Sulfuros

Carrolita –  $S_4(Co_2Cu)$  – Es el principal mineral de Zambia (Rhodesia del Norte) y el único sulfuro del Congo.

Linnaeita —  $S_4Co_3$  — con un 31% a 40% Co. El Co puede reemplazarse en parte por el Fe, Ni o Cu. Podría incluirse aquí la carrolita pero se mantiene aparte por su importancia.

Siegenita —  $S_4Co_2Ni$  — o linnaeita níquelífera, mena principal en Missisipi. También aparece en el Congo. Contiene 40% a 57% de Co.

Catierita —  $S_2Co$  — Sólo existe en el Congo. Parte del Co puede ser reemplazado por Ni.

### Sulfo—arseniuros.

Cobaltita —  $SAsCo$  — Sistema regular. 35,4% Co. Por su cristalización y aspecto parece una pirita de color blanco. Se encuentra en EE.UU. y en Suecia.

Danita —  $SAsFeCo$  — Sistema rómbico. 12% Co. Es una arsenopirita en donde parte del Fe está substituído por Co.

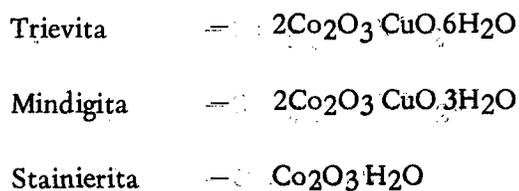
### Oxidos

Eritrina —  $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$  — Sistema monoclinico. 29,5% Co. Procede de la alteración de los arseniuros. El Co puede ser parcialmente reemplazado por Ni dando una serie de minerales intermedios. Tiene color rosa, indicio característico de yacimientos de Co. Se encuentra en Marruecos, Sajonia y Ontario.

Asbolita —  $CoO \cdot 2MnO_2 \cdot 4H_2O$  — Oxidos complejos de Co. Mn y a veces Fe. Grandes yacimientos en las zonas de oxidación secundaria de Katanga y en Nueva Caledonia.

Esfero — Cobaltita —  $Co_3Co$  — con un 55 a 63% de Co. Característico color rojo, rosado, Aparece en Katanga y en Zambia.

Eterogenita — Término general para todos los óxidos negros de Co y Cu. Son los minerales principales de la zona oxidada de Katanga.



Las menas principales de Cobalto son: La smaltita, la cobaltita, y la eritrina.

### B. — GENESIS.

Los yacimientos de Cobalto hasta ahora económicamente explotables en el mundo son de origen secundario y debidos a un largo y complejo proceso de enriquecimiento. Como regla general aparecen relacionados con rocas básicas y ultrabásicas de origen magmático y con rocas sedimentarias muy antiguas.

En el cuadro siguiente puede apreciarse la distribución del Cobalto en algunas rocas:

Rocas	Gras/Ton.
Igneas	35
Básicas	56
Ultrabásicas	237
Gabros	24-79
Sienitas	8
Granitos	0-8
Pizarras	60
Calizas	0,2-2
Esquistos aluminicos	8

El esquema de la génesis de los yacimientos de Cobalto parece constar de las siguientes fases:

1. — Fase de Segregación magmática diferenciada en la cual el Cobalto unido con níquel, cromo, hierro y otros metales se separa en las fases de alta temperatura dando lugar a depósitos de segregación. El Cobalto queda incorporado a la pirrotina y posteriormente a la pirita que se forma al disminuir la temperatura. El Cobalto tiene mayor afinidad por la fase silicatada residual que por la fase sulfúrica que se

separa en esta primera etapa. Por esto las rocas básicas y ultrabásicas formadas, por lo general no contienen Cobalto en proporciones explotables.

2.— Fase Hidrotermal durante la cual el Cobalto, en las fases finales de la cristalización magmática, separa formando parte de los fluidos hidrotermales y se deposita generalmente en yacimientos vetiformes epigenéticos. Estos yacimientos forman frecuentemente redes de vetillas, localizadas en las zonas de contacto con las zonas intrusivas y asociadas con rocas básicas. También pueden contribuir depósitos por reemplazamiento metasomático. La mineralización es compleja (Co, Cu, Ag, etc.), encontrándose el Cobalto como elemento secundario aunque algunos depósitos así formados ya lo contienen en cantidad suficiente para ser explotados (Australia).

El Cobalto se presenta en los yacimientos hidrotermales principalmente como cobaltita, skutterudita y safflorita asociadas a calcopirita, blenda, galena y sulfuros de plata. Debido a diferenciaciones primarias se observa frecuentemente un enriquecimiento a profundidad. También, con frecuencia, el Cobalto se deposita en una primera etapa de mineralización y en etapas posteriores los otros sulfuros metálicos, lo que determina una separación entre las diferentes menas permitiendo concentraciones locales ricas en Cobalto y sin impurezas.

Los yacimientos hidrotermales se pueden clasificar en dos grupos de acuerdo a su temperatura de formación:

a) Hipotermales, formados a 300°–500°C y altas presiones. Son vetas con ganga de cuarzo donde el Cobalto está incluido en la estructura de pirrotina, arsenopirita y löllingita o constituyendo sulfoarseniuros y arseniuros (cobaltina, esmaltina, etc.). No son de mucha importancia económica. Los yacimientos chilenos corresponden a este grupo.

b) Mesotermales, formados a 200°–300°C y presiones intermedias. Son vetas con ganga carbonatada (calcita, dolomita, baritina, etc.).

3.— Fase de Meteorización, con oxidación y lixiviación, que provoca concentración y enriquecimiento de los yacimientos con minerales de Cobalto. Así tenemos que la serpentina roca ultrabásica, no contiene Cobalto en cantidades comerciales pero, a través de una serie de procesos de lixiviación y principalmente en climas tropicales, da lugar a la formación de lateritas ferríferas con leyes beneficiosas de Cobalto y níquel (Cuba).

4.— Fase de Deposición de minerales cobaltíferos en rocas sedimentarias que todavía pueden enriquecerse por una nueva concentración o por una posterior

actividad hidrotermal. En algunos yacimientos se encuentran la cobaltita con ganga de cuarzo, biotita, turmalina, pirita, etc., en rocas sedimentarias metamórficas. En otros, los minerales de Cobalto aparecen en caja dolomítica acompañados de calcopirita, marcasita, etc. (Katanga - Zambia).

La complejidad de este proceso hace muy difícil el encontrar yacimientos de Cobalto típicamente filoniados así como hallar el Cobalto separado de otros metales. En general los depósitos se clasifican en más o menos cobaltíferos según la proporción de los demás elementos metálicos asociados.

### C. - YACIMIENTOS MUNDIALES

#### AFRICA

**Congo.** Es el mayor productor del mundo a través de la "Union Miniere du Haut-Katanga". La cuenca cuprífera de Katanga está constituida fundamentalmente por una Serie sedimentaria del Precámbrico en forma de un geosinclinal plegado y roto anteriormente al Carbonífero Superior. En dicha Serie aparecen dos oscuros mantos mineralizados intercalados entre pizarras dolomíticas que destacan sobre un lecho de rocas silíceas carvernosas. Cuando el Cobalto reemplaza parte de Mg de las dolomitas, éstas adquieren un color rosa característico. La Esferocobaltita (carbonato Co) pura es poco frecuente.

Aparte de esta formación sedimentaria existen también filones en los que el cobre se asocia con zinc y una red de venillas en las que se encuentran Cobalto y níquel con algo de cobre y de uranio.

En la zona de mineralización primaria el Cobalto viene en forma de sulfuro (Carrolita). En la zona de alteración aparece generalmente como óxidos negros, heterogenita y asbolita. Estos mismos minerales son los que predominan en la zona de meteorización ya que son mucho más estables que los óxidos de cobre que desaparecen por lixiviación. Por esta razón la proporción Cobalto-cobre varía con la profundidad a favor del cobre.

**Zambia.** Existen varios yacimientos de Cu y Co en Nkala, Mindola y Kalulushi. En los dos primeros aparece una Formación similar a la del Congo, compuesta por una serie de mantos dolomíticos que yacen sobre un basamento antiguo granítico. El horizonte mineralizado está formado por arcillas y areniscas dolomíticas complicadamente plegadas que afloran en una erosionada meseta de 170 Km. de largo por 75 Km. de ancho. La mineralización principal consta de sulfuros, calcopirita

y bornita para el cobre y carrolita para el Cobalto. Las proporciones de Cobalto varían desde casi inapreciable hasta el 70/o. Los promedios en la molienda para flotación dan un 2,50/o de Cu y 0,200/o de Co. Los yacimientos de Kalulushi contienen calcopirita y linnaeita y el promedio que se trata en flotación contiene 4,70/o de Cu 0,380/o Co.

**Marruecos.** Los yacimientos meridionales de Marruecos, situados en las estribaciones del Atlas, fueron descubiertos a causa de un raticida rosado que vendían los indígenas. Se trataba de arseniuros y arseniatos de Cobalto. La formación geológica es la de un espeso manto de calizas dolomíticas cambrianas a través de las cuales afloran chimeneas de rocas precámbricas ricas en manganeso y rodeadas de serpentina. En los contactos del Precámbrico con las Serpentininas se encuentran filones y venillas mineralizadas con Cobalto y níquel cuyo enriquecimiento se acentúa en las zonas más fracturadas que coinciden con la gran falla longitudinal de los Atlas. El Cobalto aparece en forma de arseniuros (skuterudita) y secundariamente eritrita, con algo de oro, cobre, molibdeno y a veces uranio. La riqueza de los minerales es muy variable, pero el término medio contiene una ley de 90/o al 140/o de Cobalto.

**Uganda.** Los yacimientos están en plena selva en las estribaciones orientales de los mantos Ruwenzori cerca de la frontera congoleña. Los minerales contienen un 2,50/o de Cu y un 0,20/o de Co.

## AMERICA DEL NORTE

### Canadá. Ontario

**Distrito de Cobalt y Gowgonda.** En líneas generales se trata de una gran masa de rocas precámbricas intruídas por diques de diaclasas, que parecen ser portadores de los elementos mineralizadores de los filones y venillas de la zona. La mineralización consiste en plata nativa y compuestos arseniacales de plata y Cobalto (eritrina y cobaltita) asociados con As, S, Sb, y Bi. Hasta la Segunda Guerra Mundial se explotaba casi exclusivamente la plata abandonando los minerales de baja ley argentífera y ricos en Cobalto.

**Distrito de Sudbury.** Se trata de una masa de sulfuros complejos de Cobre y níquel en los que parte del níquel es substituído por Cobalto. Este aparece distribuído uniformemente en los sulfuros, sin que aparezca ningún mineral de Cobalto predominante. La ley es de 0,050/o a 0,070/o de Co que se pierde en parte en el tratamiento metalúrgico y por esta razón se explota más por níquel.

## Manitoba:

Distrito Lago Lynn. Los yacimientos están situados en el Escudo Precámbrico de Manitoba y están relacionados con diques y chimeneas intrusivas de rocas básicas. La mineralización es siempre en sulfuros presentándose dos tipos: uno con Co, Pb, Zn, y Au y otros con Cu, Ni y Co. Este último contiene 4,50/o Ni; 1,50/o Cu y 0,20/o de Co.

## Estados Unidos

Idaho. Los yacimientos están situados en una región remota y contienen cobaltina y calcopirita con algo de pirita, oro, plata y níquel. El promedio es de un 10/o a 1,60/o de Cu y 0,50/o a 0,80/o de Co.

Pennsylvania. El Cobalto se obtiene como Sub-producto de la pirita que se separa de la producción de magnetita. El contenido de Cobalto es sólo de 0,040/o .

Missouri. Produce algo de Cobalto a partir de sulfuros (siegenita) con pirita y marcasita.

## EUROPA

Alemania. Los yacimientos de Cobalto en Sajonia, que tan importante papel tuvieron en el comienzo de la historia del Cobalto, están prácticamente agotados. El Cobalto actualmente obtenido procede de escorias o cenizas de piritas con un contenido de 0,130/o a 0,500/o de Cobalto.

U.R.S.S. Al parecer tienen depósitos tan importantes que reclaman el primer puesto en el mundo productor. Se trata de minerales complejos de Ni-Co y Mn-Co. El yacimiento más importante es el de Azerbaidzhan. No se conocen cifras.

Chipre, España, Finlandia y Suecia. Producen Cobalto a partir de las escorias de la tostación de piritas. El tratamiento se hace en Alemania.

## ASIA

Japón. Produce Cobalto por tostación de piritas.

**China.** Se menciona con algunos yacimientos.

**Filipinas.** Se menciona con algunos yacimientos.

## OCEANIA.

**Australia.** Tasmania produce algo de Cobalto como Sub-producto del tratamiento de minerales de Zinc.

**Nueva Caledonia.** Tiene lateritas cobaltíferas.

## SUD-AMERICA.

**Brasil.** En la zona manganesífera de Minas Gerais aparece también Cobalto.

## CENTRO AMERICA

Se mencionan zonas oxidadas de cobre conteniendo algo de Cobalto.

**Cuba.** Grandes depósitos de lateritas en la Bahía Moa formados por meteorización tropical de rocas ígneas básicas, peridotitas serpentizadas, que contienen 40% de SiO<sub>2</sub>, 37% de MgO, 8% de Fe y un 0,22% de Ni-Co. En el proceso de meteorización se lixivia la sílice y al magnesia aumentando la concentración de Fe, Ni, y Co. En las lateritas resultantes del proceso se encuentra un 46% de Fe, 1,36% de Ni, 0,13% de Co, 2,5% de SiO<sub>2</sub> y 0,7% de MgO.

Se han calculado unas reservas de 50 millones de toneladas de la lateritas con una potencia de 3 a 35 m.

## D.— CHILE

### D. 1.— Antecedentes

Existen en Chile bastantes yacimientos de Cobalto agrupados principalmente en las provincias norteñas de Atacama y Coquimbo. Estos yacimientos fueron explotados durante el siglo pasado y reactivados desde 1939 a 1945, extrayéndose un total de unas 6.500 Tons. con leyes del 6% al 15% de Co. A diferencia de los yacimientos explotados en el resto del mundo que son de origen secundario, los depósitos chilenos que se explotaron en las ocasiones señaladas, son de origen primario. Su génesis corresponde a la de los yacimientos hipotermales vetiformes, formados a temperaturas de 300° a 500°C y a altas presiones y cuya clasificación se ha descrito anteriormente. Como excepción citemos los yacimientos del distrito de Tambillos (Coquimbo) que están contruidos por "mantos". Estos mantos son en realidad un conjunto de guías, impregnaciones y reemplazos que mineralizan irregularmente un manto de lutita calcárea.

En término generales la mineralización de los yacimientos chilenos está constituida por cobaltita y löllingita cobaltífera como únicos minerales metálicos, o por danaita y cobaltita como minerales accesorios en menas de Cu, Ag o Ni.

Normalmente la potencia de las vetas es inferior a 1 m. y las leyes medias no son superiores a 2% Co, produciéndose un enriquecimiento en las estrangulaciones y lentes que presentan la mayoría de las vetas. Las zonas explotables económicamente se reducen a estos lentes o bolsones, que son de dimensiones pequeñas especialmente en sentido horizontal.

En la mayoría de los yacimientos se observa una reducida zona de oxidación con enriquecimiento secundario local de ley en mineral entre 6% y 8% Co.

En algunos casos, por efecto de una diferenciación primaria, se observa un enriquecimiento a profundidad en la ley de Cobalto, presentándose hacia arriba Cu y Ag. Este fenómeno debe ser considerado al evaluar los diferentes depósitos de minerales de Cobalto de Chile.

### D. 2.— Provincias metalogénicas.

Los yacimientos chilenos de Cobalto se agrupan principalmente en una faja cercana a la costa que corre entre los 25° 30'S. y 30° 20'S. Esta faja coincide con otra constituida por yacimientos de cobre que al ser más extensa y más conocida

que la primera pudiera servir como indicio para la prospección del Cobalto en lugares en los que hoy no se conoce. Independientemente de esta zona que hemos reseñado como la más importante existen otros yacimientos dispersos que harían extender la provincia del Cobalto más hacia el Sur hasta la altura de Rancagua, paralelo 34°.

Las provincias que comprende la zona cobaltífera son las de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Aconcagua, Santiago y O'Higgins, destacándose los siguientes Distritos Mineros:

ATACAMA	Valle del Río Copiapó San Juan – Freirina Sierra de Totorilla
COQUIMBO	Quebrada Varilla Tambillo
ACONCAGUA	Cerro Coligüe – El Boldo Cajón del Río Blanco
SANTIAGO	Valle del Río Volcán Cajón del Maipo
O'HIGGINS	Río Pangal

### D.3.— Yacimientos

#### ANTOFAGASTA

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
1	Lat. 25°51'6" Log. 70°31'4"	Taltal	En la Sierra Esmeralda a 50 Km. al S. de Taltal y a 3.5 Km. al O. de la carretera Panamericana. Nombre: Don Rigoberto. Descripción: Veta de calcita con minerales de Co y Ni con rumbo 70° N.O, manteo de 75°N y potencia de 0.5–0.6 m. encajada en una serie calcárea del Lias, en las proximidades del contacto con un macizo tonalítico que lo intruye. La mineralogía del yacimiento está constituida por arsenopirita, pirita, calcopirita, skuteruditta, breithauptita, niquelina y

Nº en Mapa    Coordenadas    Departamento    Covelina. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1 (1965); B) Cruzat, A., Monografía sobre los Yacimientos de Cobalto chileno.

## ATACAMA

- 2      Lat. 26°24'    Chañaral  
       Log. 70°21'
- Lugar:** En la Sierra Goyenechea a 2.5 Km. al NE de Las Bombas y a 45 Km. del empalme 1 del camino Chañaral - Taltal. **Nombre:** Adelina (Ex Descubridora Goyenechea). **Descripción:** Veta argentífera rumbo N20° O manteo 70°E con potencia de 0.80 m. encajada en rocas sedimentarias de origen volcánico y edad Jurásica. La mineralización consiste en sulfoarseniuros de Co con Bi metálico y está formada por una serie de lentes de alta ley separados por zonas de baja. **Laboreos:** Entre los años 1887-1912 se explotó alcanzando su desarrollo una profundidad de 100 m. **Leyes:** Tres muestras analizadas el año 1964 dieron: Muestra 1: Co 0,30°/o; Ag 10 gr/tn. Muestra 2: Co 1,60°/o; Ag 40 gr/tn. Muestra 3: Co indicios; Ag 10 gr /tn. **Cubicación:** En desmante existirían, en el año 1964, unas 20.000 Tons. cuya ley máxima se estimaba en 2°/o Co. Las posibilidades de la mina se desconocen. **Antecedentes:** a) Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co chileno. b) CORFO 801.
- 3      Lat. 27°25'    Copiapó  
       Log. 70°25'
- Lugar:** A 20 Km. al SE de Copiapó entre qda. Paipote y Tierra Amarilla. **Nombre:** Distrito Minero Sierra Ladrillos. **Descripción:** Varias vetas de larga corrida encajada en tobas y calizas Cretácicas que por metamorfismo de contacto se han transformado en rocas córneas y mármoles. Estas vetas han sido trabajadas intensamente por Ag en la superficie y por Cu a profundidad. En los desmontes se ha encontrado danaita asociada a calcopirita, tetraedrita y pirita, en ganga de cuarzo y calcita. Parte de la danaita se ha oxidado a eritrina.

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
4		Lat. 27°26.5' Log. 70°15.8'	Copiapó	<p><b>Laboreos:</b> Hay muchas labores, alcanzando algunas una profundidad de 700 m. La mayoría inundadas. <b>Leyes:</b> El escogido del desmante daría 2,5°/o Co; y en el común puede alcanzar una ley de 1°/o Co. No hay datos sobre los diversos sectores subterráneos. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales 1er Congreso Panamericano de Ing. de Minas 1942, p. 1616.</p> <p><b>Lugar:</b> En hacienda La Florida. <b>Distrito Minero:</b> Sierra Ladrillos. <b>Nombre:</b> Deseada. <b>Descripción:</b> Se han reconocido cuatro mantos mineralizados de rumbo N., manteo 10°E y potencia 1.0–1.5 m. separados por capas estériles de varios metros de espesor. Están constituidos por una red de vetillas delgadas mineralizadas con danaita. Su génesis es debida al metamorfismo producido por la intrusión de dioritas porfíricas en un banco de tobas y calizas Cretácicas. La intensidad del metamorfismo está señalada por la presencia de wollastonita, diopsido y escalopita. Las vetas más importantes podrían representar los conductos de ascenso de las soluciones mineralizadoras. Posteriormente, por oxidación, los minerales de Cobalto han formado fajas de heterogenita que aparecen diseminadas en las calizas. <b>Laboreos:</b> Los trabajos mineros son superficiales y efectuados en las capas superiores de la zona de oxidación. <b>Leyes:</b> La ley media del yacimiento se estima en 1°/oCo, alcanzando el “escogido” leyes de 2,5°/o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1 (1965). b) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co. chilenos (1968).</p>
5		Lat. 27°26.5' Log. 70°15.8'	Copiapó	<p><b>Lugar:</b> Hda. La Florida. <b>Distrito Minero:</b> Sierra Ladrillos. <b>Nombre:</b> Elisa. <b>Laboreos:</b> Labores subterráneos hasta 700 m. de profundidad. Inundadas. <b>Leyes:</b> Co 1°/o en desmontes. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b></p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
6	Lat. 27°26.5' Log. 70°15.8'	Copiapó	a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).  Lugar: Hda. La Florida. Distrito Minero: Sierra Ladrillos. Nombre: Vulcano. Laboreos: Hay labores subterráneas hasta una profundidad de 300 m. inundadas. Leyes: Co 1°/o en desmontes. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Cruzat A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).
7	Lat. 27°39.5' Log. 70°14.9'	Copiapó	Lugar: A 30 Km. al SE de Copiapó. Nombre: Pabellón. Descripción: Veta rumbo 20°NO y manteo 30°O encajada en pórfidos dioríticos cuya intrusión ha metamorfoseado algunas zonas. La mineralización consiste en safflorita, esmaltina y óxidos de Mn y Co asociados con otros minerales: magnetita, especularita, pirita, etc. Leyes: Hasta 8°/o Co. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968); b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1 (1965).
8	Lat. 27°49' Log. 70°01'	Copiapó	Lugar: A 5 Km. de la estación de FF.CC. Tres Puentes y a 50 Km. al SE de Copiapó. Distrito Minero: Tres Puentes. Descripción: Vetas angostas de calcita, con lentes de minerales de Cobalto encajadas en rocas estratificadas (calizas, mantos porfiríticos, etc.). Como los laboreos se han desarrollado en su gran mayoría dentro de la zona alterada superficial, los minerales visibles son óxidos y no revelan las características originales de la mineralización. Laboreos: Labores sólo superficiales, actualmente abandonadas. Leyes: Hasta 10°/o Co. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales del 1er Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geología, p. 1622 (1944).

Nº en

Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
9	Lat. 27°49' Log. 70°01'	Copiapó	A 5 Km. de la estación de FF.CC. Tres Puentes y a 50 Km. al SE de Coapipó. <b>Distrito Minero:</b> Los Loros. <b>Descripción:</b> Vetas angostas de calcita, con lentes de minerales de Cobalto encajadas en rocas estratificadas (calizas, mantos porfiríticos). Como las labores se han desarrollado en su gran mayoría dentro de la zona alterada superficial, los minerales visibles son óxidos y no revelan las características originales de la mineralización. <b>Laboreos:</b> Labores sólo superficiales actualmente abandonadas. <b>Leyes:</b> Hasta 10% Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A. Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales del I <sup>er</sup> Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geología, p. 1622 (1944).
10	Lat. 27°49' Log. 70°01'	Copiapó	Al Oeste del Distrito Minero Los Loros. <b>Distrito Minero.</b> Tres Puentes. <b>Nombre:</b> Matecillo. <b>Descripción:</b> Su geología corresponde al distrito Tres Puentes y Los Loros. <b>Laboreos:</b> Existen labores abandonadas en la zona de oxidación. <b>Leyes:</b> Algunas muestras han dado 7-10% Co <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Por la escasa potencia de la veta no sería comercial su explotación. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).
11	Lat. 27°49' Log. 70°01'	Copiapó	A 4 Km. al E de los Loros. <b>Distrito Minero:</b> Tres Puentes. <b>Nombre:</b> Los Carros. <b>Descripción:</b> Vetas de 0.2m a 0.4m de potencia. Corresponde a los distritos Tres Puentes y Los Loros. <b>Laboreos:</b> Labores solo superficiales. Actualmente abandonadas. <b>Leyes:</b> De algunas muestras se obtuvo 4-6% Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Por la escasa potencia de la veta no sería comercial su explotación. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar: A 4 Km. de Los Loros. Distrito Minero: Tres Puentes. Nombre: La Loca. Descripción: Veta de 0,2 m. a 0,4 m. de potencia. Correspondiente a los distritos de Tres Puentes y Los Loros. Laboreos: Labores solo superficiales. Actualmente abandonadas. Leyes: Algunas muestras han dado 2-4°/o Co. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Por la escasa potencia de la veta no sería comercial su explotación. Antecedentes: Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).
12	Lat. 27°49' Log. 70°01'	Copiapó	
13	Lat. 28°05' Log. 70°55'	Huasco	Lugar: En Sierra del Condor a 5 Km. al E de Carrizal Alto. Nombre: Condor. Descripción: Veta rumbo NS y manteos casi verticales encajadas en un gabro correspondiente al borde oriental del gran macizo diorítico de Carrizal Alto. La mena es principalmente esmaltina, asociada a cloantita, niquelita y pirita. En la roca se observa un fuerte reemplazo por cuarzo, clorita y calcita que forman fajas bien definidas. La calcita constituye la ganga principal. Leyes: Muestras seleccionadas dieron leyes hasta 1,6°/o. En la mayor parte de las vetas sólo hay indicios. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 33919.
14		Huasco	Lugar: A 3 Km. del mineral Carrizal Alto. Nombre: Vulcano. Descripción: Yacimiento de cobre. En los desmontes se ha observado danaita asociada a calcopirita y pirita, en ganga cuarzosa. El contenido de Cobalto en la danaita es bajo. Leyes: Una muestra escogida dio: 1,1°/o Co. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Por su baja ley, no resulta económico explotarlo. Antecedentes: Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co. chileno.
15		Huasco	Lugar: A 25 Km. al NE del pto. Carrizal. Nombre: Mondaca. Descripción: Yacimientos de cobre con cobaltita en los niveles inferiores de la mina, la que se presentaría constituyendo algunos lentes aislados.

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
16		Lat. 28°07' Log. 70°53'	Huasco	<p>Los desmontes tienen pequeña proporción de cobaltita, pero se encuentra demasiado dispersa para ser explotada. <b>Leyes:</b> Bajas. <b>Cubicación:</b> No se conoce <b>Conclusiones:</b> Por sus bajas leyes no se considera explotable comercialmente. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).</p> <p><b>Lugar:</b> En la Sierra el Condor a unos 10 Km. al Ne de la estación. Canto de Agua y a 63 Km. de Vallenar. 400 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Aguila . <b>Descripción:</b> Vetas de potencia media 0.25 m. encajadas en rocas plutónicas, aparentemente gabros. Dentro de estas aparece un sistema paralelo de grietas con ganga de caliza, ocasionalmente minerales de Cobalto, delgadas guías de cuarzo escasa cantidad de Au y Ag y a veces apatita u óxido de manganeso como minerales accesorios siendo la mineralización primaria. <b>Leyes:</b> En algunas muestras se obtuvo un promedio de Au de 3.6 gr/tn. No se conoce ley de Cobalto. <b>Cubicación:</b> no se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 33900.</p>
17		Lat. 28°29' Log. 70°59.5'	Huasco	<p><b>Lugar:</b> Al pie occidental de la Sierra Caminada, a 25 Km. al O de Vallenar frente al río Huasco. <b>Nombre:</b> Germán Riesco. <b>Descripción:</b> Veta rumbo N 55°O : manto 75° SO y potencia 0.5m. a 0.8m. encajada en una serie de rocas corneas y metaadesitas. La mena es löllingita cobaltífera que forma lentes aislados con estructura bandeada acompañada de material caolinizado, cuarzo y calcita. En una falla del rumbo NS se encuentra escasa mineralización, En la zona de oxidación existe eritrina, asbolana, heterogénita y limonita, en las labores más profundas (a 55 m.) se encuentra löllingita mezclada con asbolana. <b>Laboreos:</b> Los planes de la mina se encuentran a 55 m. de profundidad, existiendo labores en la zona de oxidación donde se habría producido un pequeño</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	enriquecimiento secundario. <b>Leyes:</b> No se conocen, aunque parece baja ya que la löllingita posee Cobalto en pequeñas proporciones. <b>Cubicación:</b> Las Reservas se suponen pequeñas debido a la escasa potencia de la veta. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1 (1965). b) Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co chilenos (1968).
18	Lat. 28°35' Log. 70°40'	Vallenar	<b>Lugar:</b> A 1 Km. de la qda. de Jilguero al O de la qda. Mollaca, afluente de la primera. <b>Nombre:</b> San Bartolo. <b>Descripción:</b> Veta de cobre de baja ley con indicios de Cobalto. El rumbo es N15°-20°E y el manteo 60°E. La roca fundamental está constituida por mantos porfíricos. Se observa un fuerte reemplazo de la roca por cuarzo y minerales de Cu y Fe, de modo que el cuerpo total de la veta no está limitado por cajas definidas. El mineral se presenta como una masa altamente silicificada con limonita y minerales oxidados de cobre pertenecientes a la zona superficial secundaria. Se observan solo manchas negras de Co oxidado (asbolana). <b>Laboreos:</b> Siguiendo la corrida de la veta existen también algunos ligeros trabajos superficiales de reconocimiento y una labor inclinada de explotación de unos 15 m. de profundidad. Al Oeste sobre otra veta de menor importancia se realizaron algunas labores. <b>Leyes:</b> Indicios de Co al parecer sin valor comercial. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> CORFO 315.
19	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	<b>Lugar:</b> A 25 Km. al S. de Freirina entre los yacimientos cupríferos de Quebradita y Fraguita. <b>Nombre:</b> Dist. Minero San Juan. <b>Descripción:</b> Lo conforman dos sistemas de vetas: 1) N-S a NO-SE y 2) NE-SO, con mantos generalizados al O, que afloran en un complejo metamórfico constituido por cuarcitas, filitas, micaesquistos, etc. atravesando por filones dacíticos y apliticos y afectado por la intrusión de un macizo diorítico. Las

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
20	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'		<p>vetas son discontinuas, existiendo frecuentemente lentes constituídos por una serie de guías o vetillas individuales de 0.10m a 0.15m. de potencia. Estos lentes tienen buen desarrollo vertical, pero horizontalmente se extienden solo por unos pocos metros. La potencia explotable varía entre 0.3m y 2.0m. y las cajas son poco definidas. Son frecuentes las ramificaciones laterales y las impregnaciones, dependiendo la intensidad de éstas de la naturaleza de la roca encajadora. La mineralización que se asocia en una parte a los filones y en otra se ha depositado en los clivajes de las rocas encajadoras, consiste en cobaltita con cuarzo y turmalina, siendo escasa la calcita; en algunas vetas aparece calcopirita y piritita, pero se presentaría, en guías separadas de los minerales de Cobalto (debido probablemente a un diferenciación primaria) permitiendo explotar las menas separadamente. En la zona oxidada, que se extiende hasta unos 30-40 m. de profundidad, se encuentra eritrina y asbolana. <b>Laboreos:</b> Existen reconocimientos, en las diferentes minas, a lo largo de 400 m. y por 100m. en profundidad. <b>Leyes:</b> La ley media de los clavos es 1,60% Co alcanzando en la zona de oxidación 6,37% Co. Un análisis del mineral escogido dió: Co 1,64%; Ni 0,04%; Cu 7,36%; Au 2 gr/tn y Ag 6,7 gr/tn. <b>Cubicación:</b> Se calculan 17.000 tons. con una ley máxima de 1,64% Co. <b>Conclusiones:</b> En la mina de Cobre Sôcavón se han explotado minerales de Co a profundidades superiores a los 100 m. por lo que se supone que la mineralización tiene buenas posibilidades a profundidad. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monografía sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales del 1er. Congreso Panamericano de Ing. de minas y Geología (1942).</p> <p><b>Lugar:</b> 25 Km. al S. de Freirina. <b>Distrito Minero</b> San Juan. <b>Nombre:</b> Prosperidad. <b>Laboreos:</b> Labores de 100 m en corrida horizontal y 43 m. de</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	profundidad. Leyes: Ley media 1,09‰ Co. Cubicación: Mineral probable: 400 ton. de 1‰ Co; Desmontes 100 tn. con 1‰ Co; Desmontes 480 tn. con 1,2‰ Co; Antecedentes: Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).
21	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Rosa Amelia. Descripción: Dist. minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
22	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero.: San Juan. Nombre: Blanca. Descripción: Dist. minero San Juan. Laboreos: Sus labores alcanzan una extensión horizontal de 80 m. y una profundidad de 55 m. Leyes: Ley media de 0,93‰ Co. Cubicación: Mineral a la vista: 4.000 tn. de 0,58‰ Co. Mineral probable: 600 ton. de 0,83‰ Co. Disfrutes: 800 Tn. de 1‰ Co. Desmontes: 1.080 Tn. de 1,08 Co. Antecedentes: Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co chilenos (1968).
23	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		Lugar: 25 Km. al S. de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Despreciada. Descripción: Dist. minero San Juan. Laboreos: Labores de 90 m. de corrida horizontal y 100 m. de profundidad. Leyes: Ley media de 1,02‰ Co. Cubicación: Mineral a la vista: 790 Tn. 1,07 Co. Mineral probable: 1.110 Tn. 1‰ Co. Disfrute 1.110 Tn. 1,05‰ Co. Desmontes: 2.480 tn. 1‰ Co. Antecedentes: Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).
24	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Aida. Descripción: Dist. Min. San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
25	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero. San Juan. Nombre: La Cobaltera. Descripción: Dist. Minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: ENAMI 33917.

Mapas	Coordenadas	Departamento	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero:
26	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	San Juan. Nombre: La Negra. Descripción: Dist. Minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
27	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Portezuelo. Descripción: Dist. Minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
28	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Cleopatra. Descripción: Dist. minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
29	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S. de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: San Ramon. Descripción: Dist. Minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
30	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero.: San Juan. Nombre: Marengo. Descripción: Distrito Minero San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
31	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: San Remo. Descripción: Dist. Minero de San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
32	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 25 Km. al S de Freirina. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Concentración. Descripción: Dist. minero de San Juan. Cubicación: No se conoce. Antecedentes:
33	Lat. 28°41.3' Log. 71°12.2'	Freirina	Lugar: 40 Km. al S de Freirina. Ubicada en el faldeo S del cerro La Paloma. Distrito Minero: San Juan. Nombre: Flor de Chile. Descripción: Veta de 1 m. de potencia media con manchas de óxido cobaltíferos y ganga de cuarzo y calcita. Esta veta tiene las mismas características del Dist. Minero San Juan. Laboreos: Existen una serie de

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamentos	Lugares, en su mayor parte rellenos con saca. <b>Leyes:</b> Entre 0,25 <sup>o</sup> /o y 0,94 <sup>o</sup> /o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 33902 y 33032.
34	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		<b>Lugar:</b> 40 Km. al S de Freirina. Ubicada en el faldeo S del cerro La Paloma. <b>Distrito Minero:</b> San Juan. <b>Nombre:</b> Alianza. <b>Descripción:</b> Veta de 1 m. de potencia media con manchas de óxidos cobaltíferos y ganga de cuarzo y calcita. Esta veta tiene las mismas características del Dist. minero San Juan. <b>Laboreos:</b> Existen una serie de rajos, en su mayor parte rellenos con sacas. <b>Leyes:</b> Entre 0,25 <sup>o</sup> /o y 0,94 <sup>o</sup> /o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 33902 y 33932.
35	Lat. 28°41.3' Freirina Log. 71°12.2'		<b>Lugar:</b> 40 Km. al S de Freirina. Situada en el faldeo SO del Cerro la Paloma. <b>Distrito Minero:</b> San Juan. <b>Nombre:</b> Carlota. <b>Descripción:</b> Veta rumbo 10 <sup>o</sup> E y manteo 56 <sup>o</sup> -75 <sup>o</sup> O. Sus demás características corresponde a las dadas para el Dist. Minero San Juan. <b>Leyes:</b> Tres muestras dierton una ley media de 1,6 <sup>o</sup> /o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 33902 y 33932.
36	Lat. 28°42' Huasco Log. 70°59.3'		<b>Lugar:</b> En la falda del NO del cerro las Perdices a unos 20 Km. al SE de Freirina y 800 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Sierra Totorita. <b>Descripción:</b> Vetas irregulares de poca extensión, rumbo N25 <sup>o</sup> -70 <sup>o</sup> O y manteo 60 <sup>o</sup> -90 <sup>o</sup> SO formadas por fracturación de los pórfidos dioríticos intrusivos de la zona. Los yacimientos pertenecen al mismo complejo metamórfico del Distrito Minero de San Juan. La mineralización de relleno está compuesta por löllingita cobaltífera con ganga de calcita, que por oxidación superficial en las zonas altas se ha transformado en eterogenita, asbolana y eritrina. Esta mineralización adopta la forma de pequeños lentes aislados y erráticos. <b>Laboreos:</b> Labores poco profundas y de escasa extensión en la corrida.

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Leyes: Se estima una ley media de 0,40/o Co. La mena contiene además 10 gr/Ag y 1 gr,Au/tn. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: La discontinuidad y pobreza de la mineralización y, sobre todo, la baja ley de Cobalto de la Tóllingita, hacen al yacimiento comercialmente inexplorable. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales del Ier Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942). c) ENAMI 33929.
37	Lat. 28°42' Log. 70°59.3'	Huasco	Lugar: Sierra Totorita. Nombre: Inesita. Descripción: La de Sierra Totorita. Laboreos: Hay escarpes superficiales a lo largo de la veta. Estan derrumbados y aterrados. Leyes: Ley media estimada en 0,40/o Co. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co Chilenos. (1968). b) Anales del Ier Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942).
38	Lat. 28°42' Log. 70°59.3'	Huasco	Lugar: Sierra de Totorita. Nombre: Descarpada. Descripción: La veta de Sierra Totorita. Laboreos: Alcanzan hasta una profundidad de 37 m. de reducida extensión horizontal. Leyes: Ley media estimada 0,40/o Co. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: No se considera explotable el yacimiento. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac de Co. chilenos. (1968). b) Anales del Ier Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942).
39	Lat. 28°42' Log. 70°59.3'	Huasco	Lugar: Sierra Totorita. Nombre: Estela. Descripción: La de Sierra Totorita. Laboreos: Trabajos muy superficiales que no alcanzan los 20 m. de profundidad. Solamente un pequeño rajo fue explotado, las demás labores fueron de reconocimiento. Leyes: Ley media estimada en 0,40/o Co. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: No es comercial su explotación. Antecedentes: a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos. (1968);

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

b) Anales del Primer Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942).

40

Lat. 28°42' Huasco

Log. 70°59.3'

**Lugar:** Sierra Totorita. **Nombre:** San Remo.  
**Descripción:** La de Sierra Totorita. **Labores:** Existen escarpes superficiales derrumbados y aterrados. **Leyes:** La ley media estimada en 0,4% Co. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** El yacimiento no es explotable comercialmente. **Antecedentes:** a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos. (1968). b) Anales del Ier Congreso Panamericano de Ing. de Mina y Geol. (1942).

### COQUIMBO

41

Lat. 29°56.5' La Serena

Log. 71°09'

**Lugar:** A unos 8 Km. al E de La Serena, en el faldeo oriente del cerro La Varilla y a 100 m.-200 m. de altitud. **Nombre:** Teresita y Vicuña. **Descripción:** Es una serie de vetas que encajan en dioritas y afloran en esta zona. Los rumbos, manteos y potencias de ellas son variables. La principal tiene rumbo N 80° O y manteo 60°-70° S. La mineralización va siempre en el yacente de la veta y su relleno es bastante duro; presentándose como fina diseminación de cobaltita en una ganga de calcita, existiendo además eritrina en los niveles superiores. También se ha encontrado Au y Ag. **Leyes:** Del orden de 0,4% Co. **Cubicación:** 2.700 tons. del mineral probable de 0,4% Co. **Antecedentes:** a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 4090.

42

Lat. 29°57' La Serena

Log. 71°11.9'

**Lugar:** A 7 Km. Al E de la Serena en los faldeos occidentales del cerro La Varilla al E del Cerro Grande. **Nombre:** Varilla, Resplandor, Oriana, Lucero, Beatriz.  
**Descripción:** Un sistema de vetas de rumbo y

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

manteo variables y pequeñas corridas encajadas en lavas que se extienden entre dos macizos dioríticos. La veta principal de 4 m. de potencia lleva rumbo E-O y manteo  $70^{\circ}$ - $75^{\circ}$ SO. El sistema está cortado por diques dioríticos y lamproffricos que produjeron la mineralización. Esta consiste en safflorita, calcopirita, bornita y tetraedrita con ganga caliza. El Cobalto se presenta como impregnación de sulfuros negros fácilmente separable de los minerales de cobre. **Laboreos:** Un pique vertical sobre filón de 60 m. de profundidad y 20 m. de galería al E. Estas concesiones limitan al O con yacimientos de hierro de "Tarapacá-Antofagasta" que a su vez lindan a occidente con los yacimientos de rutilo de Cerro Grande. **Leyes:** Co 2,2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> y Ag 140 gr/tn. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).

43

Lat.  $30^{\circ}12.8'$  Coquimbo

Log.  $71^{\circ}13'$

**Lugar:** 7 Km. al SE de la estación Tambillos del FF.CC. Longitudinal Norte y a 30 Km. al S del Puerto de Coquimbo. **Distrito Minero:** Tambillos. **Nombre:** Buitre (Estrella). **Descripción:** Yacimiento Complejo constituido por una serie de guías de impregnaciones y de reemplazos irregulares y de distintas épocas que se formó en la zona débil del plano de contacto entre rocas córneas y limonitas Neocomianas. Esta serie Neocomiana que además lleva lavas anfibolitizadas corre rumbo  $N 30^{\circ} O$  manteo  $45^{\circ} E$ . La mineralización corresponde a cobaltita, danaita, pirita, calcopirita, tetraedrita, blenda, y galena en ganga cuarzo. La cobaltita, el mineral más antiguo de la paragénesis, constituye impregnaciones finas y algunos bolsones de importancia y parece disminuir hacia el O. Los minerales de Cu y Pb están separados de la cobaltita y distribuidos más regularmente con guías bien definidas. **Laboreos:** La mina Buitre (la más importante) posee un socavón de 200 m. de corrida con 4 m. de ancho y 30 m. de alto. Actualmente se explota en una

Nº en

Mapa      Coordenadas      Departamento      extensión de 170 m., un ancho de 4 m. y un alto de 15 m. Un segundo socavón se encuentra 20 m. más abajo, con un largo de 50 m. Otros 20 m. más abajo se encuentra un tercer socavón con 35 m. de largo **Leyes:** Se estima una ley media de 1º/o Co. Los disfrutes tienen 0,46º/o Co. **Cubicación:** En 1926 se estimaban las reservas en mineral posible 44.600 ton. de ley menor de 1º/o Co Desmontes 21.300 ton. de ley menor a 0,7º/o Co. Utilización 16.700 ton. de ley menor a 0,46º/o Co. **Conclusiones:** Existirían ciertas expectativas de exportación. **Antecedentes:** a) Cruzat, A., Monografía sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, p. 291 (1965). c) Hornkohl 1er Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942).

44      Lat. 30º12,8' Coquimbo  
Log. 71º13'      **Lugar:** Al S de la mina Buitre. **Distrito Minero.** Tambillos. **Nombre:** Minillas (Estrellita). **Descripción:** Las características geológicas y mineralógicas son las mismas de la mina Buitre. Parece contribuir un desplazamiento al O por una falla. **Laboreos:** Casi todas sus labores están aterradas y llenas de agua. **Leyes:** La ley media de 1º/o Co. Utilización 0,46º/o Co. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** : 1er Congreso Panamericano de Ing. de Minas (1942).

#### ACONCAGUA

45      Lat. 32º18' Petorca  
Log. 71º19'      **Lugar:** Al NE de La Ligua en el cerro El Boldo y un poco al N de río Petorca en la línea divisoria de las haciendas de Longotoma y Huaquén. **Nombre:** Terremoto (Boldo o Cobalto de Longotoma). **Descripción:** Aflora en el área una serie sedimentaria Triásicas con intercalaciones de rocas córneas, las que han sido intruídas por macizos dioríticos cuyos afloramiento constituyen la mayor parte de las rocas de la zona. El Yacimiento consiste en una serie de vetas de hasta 0,8 m. de potencia, en las cuales se ha producido la impregnación de algunos niveles de las rocas corneas.

Mapa	Coordenadas	Departamento	
46	Lat. 33°02' Log. 70°10'	Los Andes	<p>En estas los minerales metálicos aparecen en forma de fina diseminación o formando lentes algo mayores. El relleno de las vetas es cuarzo arcilloso, con Turmalina alterada y los minerales metálicos presentes son: cobaltita, löllingita cobaltífera y pirita. En las cercanías de la superficie se encuentra eritrina y asbolana las que han producido localmente un enriquecimiento secundario. <b>Laboreos:</b> Las labores solo en zonas de enriquecimiento secundario: Una cantera de 2.5 m. por lado y 5 m. de profundidad con una galería de acceso desde la falda N del cerro. Un socavón de reconocimiento de 27 m. en el cerro hacia el E y con pique de 5 m. en su extremo, practicado sobre una veta, sin alcanzar mineralización. <b>Leyes:</b> Ley media: 10/o Co. Un concentrado por lavado en puruña dió: Co 29,20/o; As 37,10/o; S 16,80/o; Fe, alúmina, cal y magnesia 8,30/o; Insoluble (sílice, etc.) 8,60/o. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Solo se ha explotado un manto de roca córnea con impreganaciones metálicas; quedando sin explotar las vetas, que por encontrarse muy juntas podrían constituirse reservas de cierta importancia. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr., sobre los Yac. de Co Chilenos. b) ENAMI 5067 c) CORFO 318.</p> <p><b>Lugar:</b> A 20 Km. al SE de la estación Río Blanco de FF.CC. Transandino en las vecindades del estero Filomena. 2.600 m. a 3.000 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Cajón del Río Blanco. <b>Descripción:</b> Vetas encajadas en las coladas de andesitas porfíricas afectadas por la intrusión de macizos dioríticos. Existen en el área dos corridas de vetas: 1) Vetas cobaltíferas sub-verticales y rumbo N50°E con ganga de baritina; y mena de löllingita, esmaltina y arsenopirita ; 2) Vetas cupríferas sub-verticales y rumbo E-O con ganga de lava alterada, pirita y siderita y mena de calcopirita. Las vetas son irregulares, constituyendo clavos y lentes de 1 m. a 6 m. de corrida, unidos entre si por finas grietas prácticamete estériles. Los diferentes cuerpos se</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
47	Lat. 33°02' Log. 70°10'	Los Andes	<p>encuentran separados por 10 a 20 m. de materiales estériles. Las potencias de las vetas cobaltíferas son menores de 1 m. presentando en sus niveles inferiores una alteración hidrotermal manifestada por la presencia de cuarzo, magnetita y epidota. <b>Laboreos:</b> Hay un socavón de 20 m. y picados de poca profundidad. Han servido solo de reconocimiento. <b>Leyes:</b> Las vetas cobaltíferas tienen 0,35°/o Co. Las vetas cupríferas tienen 0,06°/o Cu. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Considerando la baja ley y pequeña potencia de las vetas se cree que el yacimiento no tiene expectativas de explotación. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 5302. c) CORFO 319.</p> <p><b>Lugar:</b> 20 Km. SE de la estación Río Blanco del FF.CC. Transandino. <b>Distrito Minero:</b> Cajón del Río Blanco. <b>Nombre:</b> Casa de Troya. <b>Descripción:</b> Vetas cuya descripción corresponde a la dada para el Distrito Minero Cajón del Río Blanco (46). <b>Leyes:</b> Co 0,06°/o a 0,35°/o. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Veta de escasa potencia y baja ley que no permite una explotación rentable. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co Chilenos (1968). b) ENAMI 5302. c) CORFO 319.</p>
48	Lat. 33°02' Log. 70°10'	Los Andes	<p><b>Lugar:</b> 20 Km. SE de la estación Río Blanco del FF.CC. Transandino. <b>Distrito Minero:</b> Cajón del Río Blanco. <b>Nombre:</b> San José. <b>Descripción:</b> Vetas cuya descripción corresponde a la dada para Distrito Minero Cajón del Río Blanco (46). <b>Leyes:</b> 0,06°/o a 0,35°/o. <b>Conclusiones:</b> Vetas de escasa potencia y baja ley que no permite una explotación rentable. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 5302. c) CORFO 319.</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
49		Lat. 33°02' Log. 70°10'	Los Andes	<b>Lugar:</b> 20 Km. SE de la estación Río Blanco del FF.CC. Transandino. <b>Distrito Minero:</b> Cajón del Río Blanco. <b>Nombre:</b> Filomena. <b>Descripción:</b> Vetas cuya descripción corresponde a la dada para el Distrito Minero Cajón del Río Blanco (46). <b>Leyes:</b> 0,06°/o a 0,35°/o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Vetas de escasa potencia y baja ley que no permite una explotación rentable. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 5302. b) CORFO 319.
50		Lat. 33°02' Log. 70°10'	Los Andes	<b>Lugar:</b> 20 Km. SE de la estación Río Blanco del FF.CC. Transandino. <b>Distrito Minero:</b> Cajón del Río Blanco. <b>Nombre:</b> Salvadora. <b>Descripción:</b> Vetas cuya descripción corresponde a la dada para el Distrito Minero Cajón del Río Blanco. <b>Leyes:</b> 0,06°/o a 0,35°/o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Veta de escasa potencia y baja ley que no permite una explotación rentable. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) ENAMI 5302. CORFO 319.

## SANTIAGO

51		Lat. 33°49' Log. 70°10'	Puente Alto	<b>Lugar:</b> SE de Santiago en el Cajón del Maipo 9 Km. al S de la confluencia de ríos Maipo y Volcán. <b>Nombre:</b> Distrito Minero Cajón del Maipo. <b>Descripción:</b> Sistema de vetas con rumbos variables y casi verticales encajadas en lavas, tobas, brechas y conglomerados afectados por intrusiones granodioríticas. La mena está constituida por löllingita cobaltífera, danaita, calcopirita, bornita, tetraedrita y blenda, acompañadas de prinita, magnetita, pirrotina, cuarzo y calcita. Existe una pequeña zona de oxidación en la que se ha desarrollado asbolana y eritrina, además de óxido e
----	--	----------------------------	-------------	--

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
52	Lat. 33°49' Log. 70°10'	Puente Alto	<p>hidróxido de fierro y minerales oxidados de cobre. Las potencias explotables normalmente no superiores a 30 cm. salvo en la veta Merceditas donde algunos clavos permitirían explotar un espesor mayor. <b>Leyes:</b> Algunas muestras han dado hasta 2,58°/o Co. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968). b) Anales del 1<sup>er</sup> Congreso Panamericano de Ing. de Minas y Geol. (1942).</p> <p><b>Lugar:</b> SE de Santiago en el Cajón del Maipo. <b>Distrito Minero:</b> Cajón del Maipo. <b>Nombre:</b> Coraval. <b>Descripción:</b> semejante a la descripción del Distrito Minero Cajón del Maipo (51). <b>Leyes:</b> El análisis de una muestra dió: Co. 2,4°/o; Cu 1,2°/o; Ag 91 gr/tn; Au 7 gr/tn. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).</p>
53	Lat. 33°49' Log. 70°10'	Puente Alto	<p><b>Lugar:</b> SE de Santiago en el Cajón del Maipo. <b>Distrito Minero :</b> Cajón del Maipo. <b>Nombre:</b> Merceditas. <b>Descripción:</b> semejante a la del Distrito Minero Cajón del Maipo. <b>Laboreos:</b> Existen algunas labores antiguas. <b>Leyes:</b> Co 0,5°/o—0,7°/o y Cu 1,4°/o—1,6°/o. <b>Cubicación:</b> Se estima las reservas en: 11.800 tons. de 0,5°/o Co. mineral probable y 16.000 tons. de 0,5°/o a 0,7°/o Co. mineral posible. <b>Antecedentes:</b> Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos (1968).</p>
54	Lat. 33°49' Log. 70°10'	Puente Alto	<p><b>Lugar:</b> SE de Santiago en el Cajón del Maipo. <b>Distrito Minero.</b> Cajón del Maipo. <b>Nombre:</b> Cobaltita. <b>Descripción:</b> semejante a la del Distrito Minero Cajón del Maipo. <b>Leyes:</b> El análisis de una muestra dió: Co 2,58°/o; Cu 0,32°/o; Ag 24 gr/tn; Au 0,5 gr/tn. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co chilenos. (1968).</p>

## O'HIGGINS

Nº en

Mapa

Coordenadas Departamento

55

Lat. 34°14.6' Rancagua

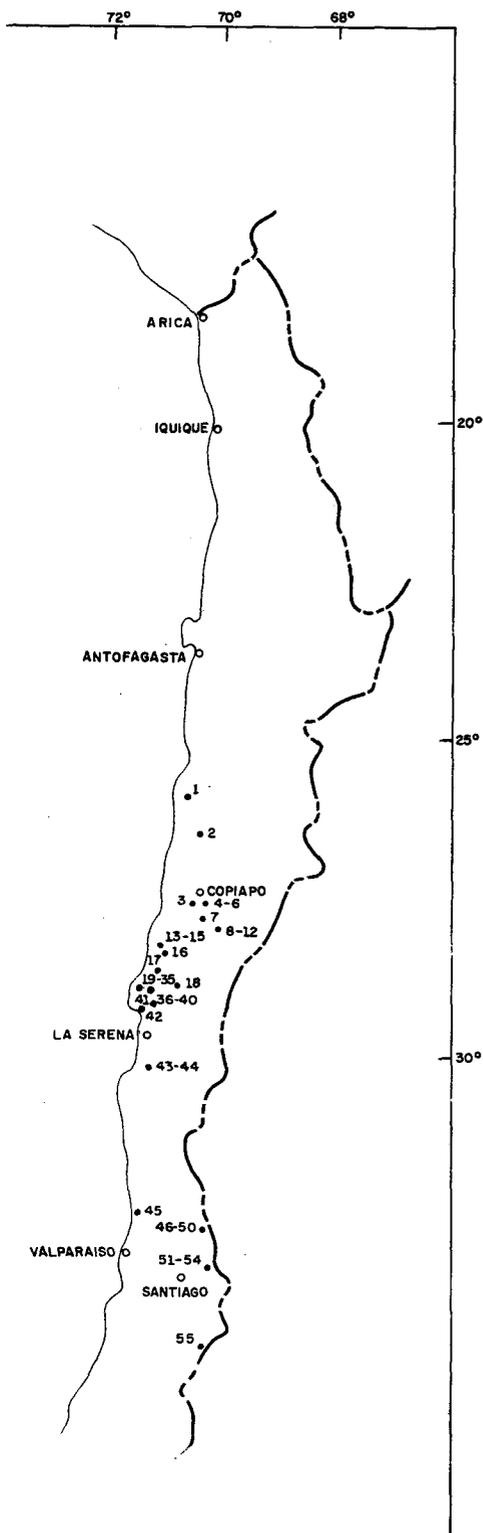
Log. 70°10.9'

**Lugar:** En el cajón del río Pangal, en el faldeo S. del río Paredones. **Nombre:** Paredones. **Descripción:** En el área aflora una secuencia de lavas, areniscas y pizarras, cortadas por diques lamprofíricos y riolíticos. Existe una serie de vetas en parte controladas por los diques, que suelen presentar lentes o bolsones de 3 m. a 4 m. de longitud. La mineralización está constituida por danaita, tetraedrita, safflorita, calcopirita y esmaltina, en una ganga de cuarzo, calcita, baritina y pirita. **Leyes:** En los clavos es de 2,3°/o-2,4°/o Co. y presentan además un contenido en níquel de hasta 0,42°/o. La ley media del mineral puede estimarse en 1,25°/o Co. **Cubicación:** Se estima en unas 3.800 tons. de mineral posible, en una de las vetas. **Antecedentes:** a) Cruzat, A., Monogr. sobre los Yac. de Co. chilenos (1968).

# D.4.-Mapa de Ubicación

Cobalto

ESCALA APROX. 1:12.000.000



#### D. 5.—Reservas

Tal como se desprende de la descripción de los yacimientos, los cálculos de reservas son escasos. Antiguamente no existió demasiado interés por la explotación del Cobalto y hoy en día la casi totalidad de las labores se encuentran abandonadas y aterradas.

Según A. Cruzat, el total de las reservas calculadas hasta ahora se descompone de la manera siguiente:

Mineral a la vista	4.790 t <sup>on.</sup>
Mineral probable	16.610 t <sup>on.</sup>
Mineral posible	68.530 t <sup>on.</sup>
Desmontes	45.260 t <sup>on.</sup>
Utilizables	18.710 t <sup>on.</sup>
<b>Total</b>	<b>153.900 t<sup>on.</sup></b>

con una ley variable del 0,46<sup>o</sup>/o al 2<sup>o</sup>/o Cobalto.

## IV. — EXPLOTACION

### A. — MINERIA

No existe un sistema de explotación tipo ya que en realidad, salvo en algunas minas, el Cobalto se obtiene como sub-producto o como producto asociado de la extracción de minerales de cobre, níquel o plata quedando, por lo tanto su minería, condicionada a los sistemas empleados en estos últimos minerales. En la mayor parte de los casos se emplean métodos a tajo abierto con alta mecanización. En otros yacimientos se hace preciso seguir subterráneamente la red de venillas y filones metalizados.

En Katanga (Congo) las minas más importantes, Musonoi y Kamoto, son explotadas a cielo abierto por tajos de 10 m. de altura y por medios altamente mecanizados.

En Zambia por las dificultades de plegamientos, estructurales, la explotación es subterránea por grandes pozos y método de cámaras y pilares.

En Marruecos debido al espesor del recubrimiento la explotación es subterránea y por la inconsistencia de la roca encajadora se emplea el método de avance y relleno. Este se efectúa con las serpentinadas de la caja. Sólo en contadas ocasiones puede emplearse el método de cámaras y pilares.

En Canadá (Onotario) se explota a tajo abierto de reducidas dimensiones siguiendo los filones generalmente verticales y estrechos. Al ganar profundidad se pasa a explotación subterránea. El recubrimiento a veces es potente y las reducidas dimensiones de los filones obliga a una prospección y preparación dilatada.

En Canadá (Manitoba) se siguen fácilmente las chimeneas verticales metalizadas por tener paredes resistentes.

En Estados Unidos (Idaho) por ser los hastiales débiles se emplea el método de avance y relleno. Este se efectúa hidráulicamente con residuos de molienda.

En Cuba la explotación es sencilla por ser lateristas deleznales y de consistencia terrosa y húmeda. Se emplean dragas y scraps a cielo abierto. Los minerales se transportan hidráulicamente.

## B.— PREPARACION.

Es función no solo del tipo de mineralización de las menas cobaltíferas sino además de sus leyes y de las variaciones de éstas.

En el Congo la concentración de sus minerales compuestos es muy difícil no sólo por su complejidad, que hasta ahora ha hecho imposible una concentración separada del cobre y del Cobalto, sino también por las diferentes mineralizaciones según las zonas. Ello ha obligado a "L'Union Miniere du Haut Katanga" a crear una minería selectiva y a tratar tres tipos de menas:

- 1.— Oxidos de cobre pobres en Co (5<sup>o</sup>/o Cu y 0,25<sup>o</sup>/o Co).
- 2.— Oxidos de cobre ricos en Co (2,5<sup>o</sup>/o Cu y 2<sup>o</sup>/o Co).
- 3.— Mixtos con óxidos y sulfuros de cobre y Co (4<sup>o</sup>/o Cu y 0,25<sup>o</sup>/o Co).

La flotación de los dos primeros grupos, aunque delicada, no ofrece mayores dificultades y los óxidos concentrados se tratan después en hornos eléctricos reductores. El tipo 3 exige una complicada técnica:

- a) Molido a 200 mallas.
- b) Flotación de la chalcosita.
- c) Flotación de la Malaquita.
- d) Remolido de los residuos y refluotación.
- e) El concentrado de los sulfuros se pasa mediante tostación a sulfatos y se lixivia para tratar después por electrólisis.
- f) El concentrado de óxidos se sintetiza para su fusión posterior en horno eléctrico.

En el rendimiento obtenido alcanza a recobrar un 47<sup>o</sup>/o del Cobalto contenido y un 80<sup>o</sup>/o del cobre.

Al ir aumentando la profundización de las labores aumenta también la proporción de sulfuros mixtos en los cuales el porcentaje de Cobalto disminuye, acentuándose, por lo tanto, la influencia del tipo 3 en los métodos de preparación.

En **Zambia**, la preparación consiste en: molienda fina, flotación selectiva de la que se obtienen un pre-concentrado que contiene el 15<sup>o</sup>/o de Cobalto total y que va directamente al horno de reverbero y refluotación para obtener un segundo concentrado

En **Marruecos**, por la falta casi total de agua hay que efectuar una selección a mano, seguida de: tratamiento en mesas neumáticas, una somera separación hidráulica y pasada por una reducida planta de flotación alimentada por tubería de 40 Km. de longitud. La flotación elimina el talco producido por la sepeptina. Finalmente se obtiene concentrados al 11<sup>o</sup>/O – 12<sup>o</sup>/o de Co, 1<sup>o</sup>/o Ni 6 gr. a 10 gr. de oro por tonelada.

En **Canadá** (Ontario), se usaba antes de la Segunda Guerra Mundial concentración gravimétrica y cianuración para extraer la plata. Hoy se emplean mesas de concentración y flotación seguidas de tratamiento metalúrgico en fundiciones.

En **Canadá** (Manitoba), los minerales se tratan por flotación. Los concentrados obtenidos arrojan: 13<sup>o</sup>/o Ni, 1,8<sup>o</sup>/o Cu y 0,4<sup>o</sup>/o Co que pasan a tratamiento metalúrgico.

En **Estados Unidos** (Idaho), la concentración se efectúan por flotación diferencial bastante difícil por coincidir la flotación de la cobaltita con la de la pirita de hierro obligando a emplear un complicado proceso para disminuir la flotabilidad de la cobaltita.

En **Cuba** los minerales finalmente pulverizados y transportados hidráulicamente se tratan en autoclave a presión y elevada temperatura con ácido sulfúrico. La solución se neutraliza y se añade SH<sub>2</sub> hasta lograr la precipitación de los sulfuros de níquel y Cobalto que después se pasan por espesadores y lavadores obteniéndose un concentrado al 55<sup>o</sup>/o de Ni 5<sup>o</sup>/o de Co. El concentrado se transporta a la refinería metalúrgica.

### C.— METALURGIA

No se puede decir que existe una metalurgia única ni típica para la obtención del Cobalto metal. Sólo una pequeña proporción de éste se obtiene directamente de minerales cobaltíferos. La gran mayoría de la producción procede de concentrados que por su complejidad y diversa composición hacen preciso utilizar técnicas metalúrgicas muy complicadas, difíciles de ser óptimas y además variables con cada

región y dentro de ésta, con cada tipo de concentrados a tratar. Los campos de utilización de las ramas termometalúrgicas, hidro—metalúrgica y eléctrico metalúrgica, no están definidas en el caso del Cobalto y no existe procedimiento en el que no sea necesario utilizarlas todas o dos de ellas por lo menos.

En **Katanga** (Congo) la mayor parte de los minerales son óxidos con 0,3°/o a 0,5°/o de Cobalto que se procesa siguiendo dos métodos distintos, uno térmico y otro electrolítico. En el primero, los concentrados al 2°/o de Co, se sintetizan y se funden en hornos eléctricos con caliza como fundente y carbón como reductor. Se obtienen dos aleaciones que se separan por densidad. Una llamada “roja”, más pesada y que contiene alto porcentaje 89°/o de cobre y 4,5°/o Co, y otra llamada “blanca” con 42°/o de Cobalto, 15°/o de cobre y 34°/o de hierro. Esta aleación “blanca” se trata después por: 1) Disolución del ácido sulfúrico, 2) Precipitación del Cobalto en forma de carbonato, 3) Tostación del carbonato para reducirlo a óxido, 4) Fusión reductora para pasar del óxido a metal.

El hecho de que solamente en el Congo produzcan minerales oxidados de Cobalto hace que el método electrolítico que se resume a continuación sea privativo de las explotaciones de L'Union Miniere. Consiste en: 1) Lixiviación acidulada con ácido sulfúrico en presencia de sulfato ferroso que favorece la formación del sulfato Co. 2) Filtración, decantación y clarificación con espesadores para evitar toda partícula en suspensión. 3) La solución, en la que el sulfato ferroso se reduce a la proporción mínima para mantener disuelto el sulfato de Cobalto, se pasa a tanques de electrólisis. El Cobalto no acompaña al cobre que se deposita y el electrolito, que se vuelve al circuito de lixiviación, se va enriqueciendo en Cobalto. La operación se repite varias veces quedando finalmente una solución descubrizada, rica en Cobalto, níquel, zinc, manganeso y magnesio que se trata con cal precipitándose hidrato de Cobalto. 4) Se separa por filtración y se envía a los tanques de electrólisis. La electrólisis debe efectuarse en solución neutra que se obtiene gracias a un exceso de hidrato de Cobalto en su suspensión que actúa neutralizando el ácido despreñado con el ánodo, se obtiene un cátodo de Cobalto al 92°/o—94°/o con impurezas de Ni, Fe, Cu, Zn y S que se refina en horno eléctrico.

En **Zambia** donde abundan los minerales sulfurosos la fusión ha sido substituída en gran parte por tostación oxidante pasar a sulfatos, lixiviación de éstos y electrólisis.

En **Canadá** los concentrados de minerales arsenicales se tuestan para eliminar el Arsénico que se recupera. Después se briquetean con aglomerantes asfáltico y estas briquetas, unidas con minerales ricos molidos, con escorias aprovechables, con fundentes y con coque se cargan en hornos de cuba con inyección de aire. El

producto se depura, eliminando la escoria, se vierte y enfría en lingoteras de hierro en las que se separa después de bullión, la mata y el Speiss. El bullión de plata se envía al afino. La mata de Cobalto se lixivia para recuperar el Cobalto. Los speiss se muelen y se tuestan para eliminar el As S, se tratan con ácido sulfúrico y se calientan para obtener sulfatos solubles. Estos se disuelven en el agua en tanques con agitadores mecánicos. La solución se filtra y se pasa por espesadores varias veces hasta obtener un "Cake" del que por fusión se recupera el Pb. el Bi y la Ag. En el líquido queda el Cobalto, aún más unido a otras sales. La plata se precipita por cloruro sódico como cloruro plata. Con clorato sódico se precipita el arseniato de hierro. El cobre se elimina por concentración con chatarra. Se vuelve a repetir el tratamiento con clorato sódico para eliminar los residuos de cobre y de hierro de chatarra y en la solución enriquecida quedan 10 gr. de Cobalto y 3 gr. de níquel por litro. Esta solución se pasa a grandes tanques con inyección de aire en los que se añade hipoclorito sódico para precipitar el hidróxido de Cobalto. Se añade solución por dos o tres veces más repitiéndose las operaciones. Después se filtra separando el  $\text{Co}(\text{OH})_3$ . Este mezcla con un 70/o de carbonato sódico y se calcina a 800°C para transformarlo en  $\text{Co}_2\text{O}_3$ . El líquido restante pasa el ciclo de extracción del níquel.

En Estados Unidos y también en Canadá se ha empezado a usar recientemente un sistema con amoníaco y aire comprimido seguido de reducción por hidrógeno, para tratar los minerales y arsenicales. Cuando se trata de sulfuros las fases son las siguientes:

- 1.— Los concentrados que contienen: 0,50/o de Cu; 130/o de Ni; 290/o de S; 360/o de Fe y 20/o de Cu, se lixivian con amoníaco y aire comprimido en autoclaves a 82°C provocando la oxidación de los sulfuros. El hierro se deposita como hidróxido y se elimina.
- 2.— Se añade  $\text{SH}_2$  para precipitar el cobre como sulfuro.
- 3.— La solución se purifica con una segunda oxidación y cuando su concentración es de 0,80/o de Co y 0,80/o de Ni se trata con  $\text{SH}_2$  para precipitar los sulfuros de estos metales que se separan por filtración. De la solución se recupera sulfato amónico por evaporación.
- 4.— El sulfuro mixto con 200/o de Co y 200/o de Ni, se lixivia con ácido sulfúrico y aire caliente a presión para formar sulfatos solubles. La solución conteniendo los dos sulfatos puede tratarse por dos sistemas:
  - a) Se precipita el níquel con hidrógeno y moníaco en autoclave cuya presión, temperatura y pH se controlan cuidadosamente según la

ecuación  $\text{SO}_4\text{Ni} + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2 = \text{Ni} + \text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ . Después de separar el níquel la solución restante se reduce con hidrógeno para obtener el Cobalto.

- b) La solución se oxida con aire caliente y amoníaco hasta producir un sulfato pentamónico de Cobalto. La solución se acidula con ácido sulfúrico para precipitar el sulfato amoniacal de níquel quedando en disolución el sulfato pentamónico de Cobalto que se trata con Cobalto en polvo, en tanque caliente, para obtener un sulfato amónico de Cobalto que se reduce con hidrógeno.

Tratándose de arseniuros el sistema es:

- 1.— Los concentrados se diluyen en un gran volumen de agua y se pasan por autoclave a presión y a 200°C. El arsénico con el hierro precipita en arseniato de hierro. Los sulfuros pasan a sulfatos que continúan en la solución después de filtrada ésta. Esta solución se refina variando su pH para eliminar los restos de Fe, Cu y As.
- 2.— La solución sulfatada se trata con amoníaco en autoclaves a 200°C con inyección de hidrógeno y algún catalizador para favorecer la reducción y la formación de Cobalto metal en polvo.
- 3.— Este a la salida del autoclave, se refina en horno eléctrico y se granula en agua fría.

En Europa, se obtiene el Cobalto de la ceniza de piritas de Finlandia, Chipre, España, Noruega, Portugal, etc. En Alemania que es donde principalmente se tratan, se mezclan las cenizas de las distintas procedencias obteniendo una composición uniforme que es la siguiente:

Fe	54 - 58 %	Co	300 - 1.500 gr/tn.
Cu	0,8 - 1,5 %	Ag	25 - 50 gr/tn.
Zn	2 - 3,5 %	Au	0,5 - 1,5 gr/tn.
S	2,5 - 4 %	Cd	40 - 100 gr/tn.
Pb	0,3 - 0,7 %	Ta	15 - 45 gr/tn.
SiO <sub>2</sub>	6 - 10 %		

El método consiste en tostación con sal para transformar los metales no-férricos en sales solubles que se lixivian con agua acidulada. El Cobalto se cementa con

chatarra. El sulfato sódico cristaliza. El hierro se oxida con cloro y aire y se precipita. El proceso de separación de los demás componentes es muy complicado. El Cobalto se separa finalmente por oxidación con cloro e hidróxido de zinc. El tratamiento se repite varias veces para eliminar las impurezas y el óxido obtenido, nunca totalmente puro, se funde en horno eléctrico obteniendo Cobalto metal que vuelve a fundirse. Finalmente se obtiene Cobalto al 99<sup>o</sup>/o que se granula en agua fría.

En Estados Unidos, las cenizas de piritas tostadas para producción de ácido sulfúrico se tratan por lixiviación y filtración en un ciclo cerrado al que se van añadiendo cenizas hasta obtener una concentración suficiente en la solución. El hierro y Cobalto se precipitan por ceniza de sosa y cloro. Después se obtiene el hidrato de Cobalto con sosa y cloro. Este hidrato se calcina transformándolo en óxido que se reduce con coke en horno de reverbero produciendo Cobalto metal.

#### D.— CHILE.

En Chile no existe en la actualidad ninguna explotación de minerales de Cobalto, como tampoco ninguna planta industrial.

En la primera mitad del siglo pasado comenzó la explotación en las minas Buitre y Minillas de la provincia de Coquimbo, distrito de Tambillo.

En 1865, entró la región del Huasco, distrito de San Juan.

En 1875 entró la región de Copiapó.

Producción	
1844—1902	5.941.384 Tn. de mineral (1)
1903	20.376 Tn. " " (1)
1904	7.500 Kg. fino
1905	1.954 " "
1906	7.500 " "
1907—1923	—
1924	2.075 " "
1925	—
1926	960 " "
1927	471 " "
1928	1.667 " "

1929-1937	
1938	724 Kg. fino
1939	3.110 Kg. fino
1940	—
1941	2.487 Kg. fino
1942	130 Kg. fino
1943	2.890 Kg. fino
1944	5.070 Kg. fino
1945	1.404 Kg. fino

---

(1) Leyes desconocidas.

Al término de la Guerra se abandonaron las explotaciones aunque los precios continuaron firmes.

## V.- COMERCIALIZACION

### A.- PRESENTE

No existe un mercado específico para el Cobalto especialmente en lo que refiere al comercio de minerales.

El Cobalto se comercializa bajo forma de concentrados, de sales y de metales.

Los concentrados son objeto de negociación directa con los productores. Los compradores de minerales exigen leyes mínimas del 15<sup>o</sup>/o y compromisos de suministro regularizado por plazos de 10 a 20 años.

Las sales se presentan al mercado como:

Oxido negro o metálico	73 a 76 <sup>o</sup> /o Co. envasado en barriles
Oxido gris o cerámico	70 a 72 <sup>o</sup> /o Co. envasado en barriles
Sales diversas	20 a 62 <sup>o</sup> /o Co. envasado en barriles
Secantes	2 a 9 <sup>o</sup> /o Co. envasado en barriles

El metal es de color plata y de aspecto parecido al níquel. Generalmente se vende en forma de varillas o granalla de diámetro máximo de 3 cm. o en forma de planchas de 19 x 19 cm.; 5 x 5 cm. y 2.5 x 2,5 cm. con un espesor de 2cm. Se envasa en cajas o saquetes.

Las especificaciones comerciales para el metal son:

Mínimo	Máximo		o/o de impurezas			
Co	Ni	Fe	C	Cu	S	P
97 <sup>o</sup> /o	0,75	0,30	0,50	0,10	0,05	0,02

Un análisis típico de la African Metals Corp. es:

	Granalla	Fino
Co	99.390	96.37
Ni	0.255	0.25
Fe	0.150	0.18
Cu	0.020	—
C	0.018	0.90
S	0.009	0.02

Los Estados Unidos tienen una producción pequeña pero en cambio son los principales consumidores del mundo absorbiendo un 35% del total mundial. Necesitan afectar grandes importaciones.

El Congo no consume, exporta principalmente a U.S.A. y Bélgica donde se refina para el resto de los países consumidores.

Zambia tampoco consume, la mayor parte de su producción se destina a Inglaterra.

Marruecos no consume, exporta casi toda su producción a Francia y algo a Bélgica.

Canadá consume poco relativamente y exporta el 90% de su producción principalmente a Estados Unidos y en segundo lugar a Inglaterra.

Alemania consume casi la totalidad de su producción.

Bélgica es el mayor refinador de Europa y también el mayor exportador de metal y óxido.

Inglaterra es el mayor consumidor de Europa.

# IMPORTACION DE LOS EE.UU. POR PAISES

(Toneladas métricas)

<b>METAL</b>					
<b>Continente</b>	<b>País</b>	<b>1959</b>	<b>1966</b>	<b>1967</b>	
Africa	Congo	5.392	4.404	1.445	
	Rhodesia	446	—	—	
Asia	Japón	5	2	1	
Europa	Alemania Occ.	625	310	85	
	Bélgica	2.031	1.934	828	
	Francia	31	411	403	
	Holanda	—	26	12	
	Italia	—	8	—	
	Noruega	338	528	275	
	Reino Unido	—	86	172	
Suiza	—	—	—		
Norte—América	Canadá	245	399	355	
Oceanía	Australia	—	—	27	
<b>TOTAL</b>		<b>9.113</b>	<b>8.106</b>	<b>3.603</b>	
<b>OXIDO</b>					
Europa	Bélgica	650	559	466	
Norte—América	Canadá	56	21	7	
<b>TOTAL</b>		<b>706</b>	<b>580</b>	<b>473</b>	
<b>SALES Y COMPUESTOS</b>					
<b>TOTAL</b>		<b>Alemania y otros</b>	<b>126</b>	<b>68</b>	<b>91</b>

Fuente: "Mineral Year Book".

## IMPORTACIONES DE LOS E.E. U.U. POR CLASE

(ton. métricas y miles de dólares)

A Ñ O	METAL		OXIDO		SALES Y COMPUESTOS		TOTAL (1)	
	Peso Bruto	Valor	Peso Bruto	Valor	Peso Bruto	Valor	Peso Bruto	Cobalto Contenido <sup>(3)</sup>
1955-59 (Promedio)	7.195 (2)	US\$ 33.703(2)	448	US\$ 1.405	148	US\$ 191	8.992	7.990
1960	4.899	17.093	662	1.520	104	104	8.596	5.520
1961	4.552	14.867	309	663	72	59	4.933	4.760
1962	5.356	17.119	444	943	54	47	5.854	5.639
1963	4.682	14.677	212	451	43	45	4.950	4.773
1964	5.140	16.526	687	1.422	43	43	5.870	5.644
1965	6.734	23.132	430	1.011	84	179	7.248	6.989
1966	8.106	27.734	580	1.411	68	81	8.754	8.538
1967	3.604	14.420	474	1.670	76	200	4.154	3.726

(1) Incluidas Las Importaciones De Aleación Blanca, Minerales y Concentrados

(2) Incluida La Chatarra

(3) Estimada

Fuente: BUREAU OF THE CENSUS

## Precios

El Cobalto ha tenido pocas fluctuaciones de precio. En los Períodos de emergencia y escasez se impuso un control estratégico que fijó precios y recortó el empleo del Cobalto destinado a pigmentos y aplicaciones no bélicas en vista de que la demanda sobrepasó netamente a la producción. Así en 1940 la "Office of Price Stabilization" (O.P.S.) bloqueó los precios hasta finales de 1947. En las épocas de paz se produce la tendencia a la baja. Esta tendencia se debe: 1) a una mayor producción mundial; 2) a los avances tecnológicos que disminuye el precio de costo y 3) a la propaganda para incrementar la utilización del Cobalto para luchar contra el temor de que siendo este un metal eminentemente estratégico no pueda ser libremente utilizado por la industria civil.

Para los "concentrados" de Cobalto se citan algunas operaciones cotizadas a 75-80 cent. (US\$) por libra de Cobalto contenido.

Los precios por libra de Cobalto Metal y Oxido se recojen en el siguiente cuadro:

A ñ o	Granalla Metal	Oxido Cerámico
1937	US\$ 1.24	US\$ -
1938-39	1.36	-
1940-47	1.50	1.16
1948-49	1.65	1.26
1950	1.80	1.38
1951	2.10	1.82
1952-53	2.40	1.96
1953-56	2.60	1.96
1957	2.35	1.52
1958-59	2.00	1.33
1960	1.75	1.15
1961	1.50	1.15
1962	1.50	1.15
1963	1.50	1.15
1964	1.50	1.15
1965	1.65	1.15
1966	1.65	1.15
1967	1.85	1.81
1968	1.85	1.81
1969	1.85 - 1.92	1.81

El Gobierno del Congo al nacionalizar en 1966 las minas de L'Union Miniere que producían el 65<sup>o</sup>/o del total mundial, provocó una crisis en el mercado internacional. A fines de ese año se cortaron momentáneamente las exportaciones y los precios subieron a US\$1.85 y amenazaron con seguir subiendo otros 38 centavos. En esta coyuntura los EE.UU. en 1967 comenzaron a verter al mercado parte de su stock estratégico al precio antiguo de US\$1.65 la libra. El stock de los G.S.A. era de 46.000 tons. de Cobalto de las cuales sólo 19.000 tons. se consideraban esenciales para la defensa. De las 27.000 tons. sobrantes había 10.000 tons. que podían venderse libremente sin consultar al Congreso. De esta manera durante 1967 los G.S.A. proporcionaron al mercado de EE.UU. el 50<sup>o</sup>/o de sus necesidades cayendo las importaciones de 8.754 tons. en 1966 a 4.154 tons. en 1967 deteriorando las exportaciones del Congo y provocando el descontento de productores y traficantes. A fines de 1967 los G.S.A. habían vendido cerca de 3.000 tons. a un precio de US\$ 1.70 la libra con una bonificación de 1 centavo por cada 0,5<sup>o</sup>/o de ley. Esta política se mantuvo parecida durante 1968. Al finalizar este año las ventas de los G.S.A. totalizaron 2.500 tons. que representan el 60<sup>o</sup>/o del consumo ya que este se redujo. Durante los primeros meses de 1969 se mantuvo un ritmo de venta de 1.000.000 de libras, equivalente a 453 tons. por trimestre, con unos precios que variaron de US\$ 1.63 a US\$ 1.77 por libra. Simultáneamente los stocks de los consumidores se redujeron en algo más de un 50<sup>o</sup>/o.

## B. — FUTURO

Es evidente que existen una serie de causas que entorpecen la expansión del mercado de Cobalto. Anotamos las siguientes:

- 1.— Un ligero exceso, seguramente pasajero, de la producción sobre la demanda actual y un cierto estancamiento en los usos que requieren alto porcentaje de Cobalto.
- 2.— El alto costo de producción originado por los complicados procesos de beneficio y refinación que inclinan la balanza a favor del empleo de substitutos. El Cobalto cuesta casi 2.5 veces el precio del níquel. Hay otra serie de metales más baratos capaces de substituir al Cobalto en alguna de sus utilizaciones.
- 3.— Falta de conocimiento y de difusión de las propiedades del Cobalto y de sus aleaciones así como de su tratamiento. También faltan estadísticas normalizadas de producción, consumo y distribución. Existe el temor de que por ser un metal eminentemente estratégico sea poco accesible a la industria civil.

- 4.— El Cobalto aparece excesivamente monopolizado tanto en su producción entre unos pocos países, como en su consumo. Al ser los EE.UU. el principal consumidor del mundo y tener que importar casi todo el Cobalto que necesitan se desvaloriza el impulso de investigación y desarrollo que imprimen a sus productos nacionales y que tanto incide en el consumo de otros metales.
- 5.— El desarrollo de otras explotaciones, cobre, níquel, etc. que lanzarán al mercado más Cobalto como sub-producto sin que, por esta razón, pueda controlarse su producción.
- 6.— El temor a que se ponga en marcha la extracción de Cobalto de los nódulos marinos.

Frente a estos inconvenientes tenemos como factores favorables los siguientes:

- 1.— Cada día se acentúa más la necesidad para los organismos de difusión y comercio de contar con una base sólida de estudios técnicos. Esta circunstancia se da en el caso del Cobalto con los resultados de la Conferencia Mundial celebrada en Bruselas en 1964 y con sus futuras repercusiones.
- 2.— Existe un uso creciente de aceros de alta resistencia a la temperatura y a la tracción y de aceros inoxidable y de aleaciones especiales a base de Cobalto.
- 3.— La mejora de las características tecnológicas de las aleaciones a base de Cobalto, tanto de las magnéticas como de las mecánicas, repercuten notablemente en su demanda.
- 4.— La reacción de los consumidores al absorber el flujo de los G.S.A. y disminuir sus propios stocks indica confianza en la regularidad del suministro y del mercado.

Un balance entre ambas series de razones, teniendo además en cuenta el previsible desarrollo de la industria en general y de ciertas industrias en particular, permite no sólo prever un equilibrio entre la producción y la demanda sino suponer un aumento de ésta pudiendo suceder que se alcancen para 1975 las cifras previstas en el informe Paley que son de 30.000 tons. para el consumo mundial y 18.000 tons. para el consumo de los Estados Unidos.

## C. — CHILE

### Mercado Interior

Chile consume pequeñas cantidades de Cobalto, especialmente sales en los usos expresados en el cuadro siguiente realizado por encuesta entre los consumidores (1967).

Importadores	Cantidad	U s o
Soquina	5.649 Kg.	Secante de pinturas
Ceresita S.A.	600 Kg.	Secante de pinturas
Montana Industrial	400—500 Kg.	Secante de pinturas
Bomba Cobalto		Medicina

Según las encuestas el consumo tiende a crecer en un 10<sup>o</sup>/o a 20<sup>o</sup>/o anual y está relacionado con la industria de la construcción. Las pinturas producidas no son susceptibles de exportación. No existe materia prima nacional.

En los últimos años las importaciones de sales de Cobalto han sido:

	Cantidad Kgs.	Valor
1965	—	—
1966	4.000	10.120
1967	6.000	14.101
1968	3.000	6.123

Fuente: Banco Central.

ANEXO 1

EL COBALTO Y LA GANADERIA

## ANTECEDENTES

Durante muchos años en numerosas y distantes partes del mundo los ganaderos han estado muy preocupados con una serie de enfermedades de origen desconocido que atacan al ganado. Todas estas enfermedades tenían de común la pérdida del apetito y la consecuente pérdida de peso de los animales hasta llegar a la muerte por consunción aunque estuviesen pastando en pastizales exuberantes. Estas enfermedades tuvieron diferentes nombres según los países. En Escocia se llamaba "Pine", "Viriquish" y "Daising". En Inglaterra "Moorsickness". En Irlanda "Gallar", "Truagha". En Nueva Zelandia "Vouhssicknerss", "Mairoa", "Dopiness" y "Morton-mains Disease". En Australia "Enzootic", "Marachmuch", "Denmark wasting disease" y "Coast disease". En Tasmania "Coastiness". En Kenya "Nakuruitis". En Estados Unidos "Salt-sick", "Nekail", "Burton ail", "Grand traverse disease" y "Lake short sickness".

En 1924 se llegó, en Nueva Zelandia, a la conclusión de que estas enfermedades se debían a la deficiencia de hierro en los suelos y por su baratura empezó a usarse limonita (óxido hidratado de hierro) para corregir el suelo. Los resultados obtenidos no fueron uniformes encontrándose que unas limonitas disminuían las enfermedades y otras no. Finalmente en 1934 se demostró que minerales sin hierro producían efectos favorables. Esto centró la atención sobre las impurezas contenidas en las limonitas y después de una serie de investigaciones eliminatorias se descubrió de una manera totalmente firme y categórica que el Cobalto es el elemento indispensable en la nutrición animal y que el uso de sus sales suprimía las enfermedades carenciales anteriormente mencionadas. En algunos casos es necesario reforzar la acción del Cobalto con hierro, cobre, molibdeno y fósforo.

Al tratar de investigar como actuaba el Cobalto en el organismo se descubrió también que las sales inyectadas en los corderos no producían efecto alguno como no lo fuese en enormes cantidades y durante largos períodos de tratamiento. En cambio respondían instantáneamente cuando las mismas sales se les suministraban con los alimentos poniendo en evidencia que la absorción del cobalto está relacionada con los microorganismos del aparato digestivo. Se comprobó efectivamente que una deficiencia de Cobalto reduce la microflora intestinal con sus consecuencias de Cobalto reduce la microflora intestinal con sus consecuencias en el metabolismo.

Esta investigación culminó en 1948 cuando, tanto en Estados Unidos como Inglaterra, se pudo aislar en el hígado un elemento cuya carencia provoca en el hombre la anemia perniciosa. Este elemento aislado bajo forma de un cristal rojo brillante se llamó la vitamina B<sub>12</sub> y ésta contiene en su molécula un átomo de Cobalto.

A partir de ese momento se precipitaron las investigaciones y los resultados demostrándose: que la vitamina B<sub>12</sub> la producen por síntesis los microorganismos del aparato digestivo de los rumiantes; que donde hay deficiencia de Cobalto existe menos B<sub>12</sub> en el hígado; que el Cobalto actúa como una especie de catalizador para formación de esta vitamina; que inyecciones de extracto de hígado antianémico en los animales produce resultados espectaculares mientras resulta inefectivo suministrado en la alimentación (al revés de lo que ocurre en las sales de Cobalto) debido a la destrucción durante la digestión de la vitamina B<sub>12</sub>.

El papel de la vitamina B<sub>12</sub> no está todavía demasiado claro. Se sabe que está relacionada con el metabolismo y con la síntesis del ácido nucleico y sus derivados. Lo que resulta evidente desde 1948 es que el Cobalto como elemento generador de la vitamina B<sub>12</sub> es absolutamente esencial para la alimentación animal.

### EL COBALTO EN LOS SUELOS

La presencia del Cobalto en los suelos se relaciona directamente con la posibilidad de que pase al ganado a través del pasto. En mayor o menor proporción se le encuentra en casi todos los suelos y vegetaciones, pero muy desigualmente repartido. Como regla general es más abundante en los suelos derivados de rocas básicas tales como gabro y serpentinas que en rocas ácidas como granito y areniscas. En una gabro-pirita, la primera roca que se forma en la serie cristalina se han encontrado 100 p.p.m. de Cobalto, mientras que en un granófiro ácido (el último en cristalizar) sólo ha acusado 4 p.p.m. En diferentes experiencias se han encontrado en peridotita 200 p.p.m.; en rocas básicas intermedias, norita, anfíbolita, etc. de 60 a 65 p.p.m. y en granito solamente se obtuvo 0,5 p.p.m. Se ha demostrado que los suelos sobre granito tienen menos Cobalto que los suelos sobre serpentina y gabro y también que los que contienen poco mangnesio y hierro tienen también poco de Cobalto. En muchas rocas ígneas americanas aparece 26 a 45 p.p.m. en las diabasas y sólo 0,5 a 5 p.p.m. en los granitos.

El cobalto contenido en los suelos es más variable que el de la roca madre debido a una serie de factores que intervienen en su formación. Sin embargo es evidente que suelos formados de rocas altas en Cobalto contienen más Cobalto que los formados de rocas pobres.

En Nueva Zelandia los suelos de cenizas volcánicas son muy pobres en Cobalto y las áreas de enfermedades carenciales están relacionadas con las acumulaciones de cenizas en las depresiones y planicies. Cuando la escarpa del suelo no permite la acumulación de cenizas las enfermedades desaparecen. Los suelos graníticos y cuarcíferos también son conocidos por ser poco sanos y ésto se ha confirmado no sólo en Nueva Zelandia sino en Estados Unidos y en Inglaterra. Lo mismo ocurre en

algunos suelos calcáreos de Nueva Zelandia. En otras regiones la carencia de Cobalto se relaciona con terrenos eólicos, con dunas costeras y con otras donde el alto porcentaje de lluvias provoca una gran lixiviación del suelo.

Resulta curioso que en general existe más Cobalto en las capas altas del suelo que en las más profundas. La explicación es que los vegetales succionan el Cobalto profundo, lo incorporan a sus tejidos y al pudrirse éstos enriquecen las capas superficiales.

## EL COBALTO EN LAS PLANTAS

Todavía no se ha podido establecer el camino seguido por el Cobalto desde el suelo a los tejidos vegetales y de éstos a los animales, pero lo que si está claro es que donde aparecen las enfermedades del ganado, el pasto es pobre en Cobalto y los suelos también. Se ha establecido que los suelos que contienen menos de 2 p.p.m. constituyen áreas de enfermedad mientras que se consideran áreas saludables las que pasan de esta cifra.

Existen algunas excepciones: en Inglaterra han aparecido áreas de enfermedad con cerca de 4 p.p.m. y en otras los animales sanaban con 16 p.p.m. En Florida hay áreas sanas bajas en Cobalto y en Nueva Zelandia áreas insanas equivalente a las sanas de otras zonas. Estas excepciones son probablemente debidas a las dificultades de análisis apropiados y a la posible influencia de otros factores del suelo que alteran la acción del Cobalto.

La presencia y la actuación del Cobalto no está claramente definida. Algunas plantas absorben más que otras y no asimilan más Cobalto por el hecho de que el suelo lo contenga en cantidades extraordinarias, como en algunas regiones de Katanga que contienen de 3 a 6 mil p.p.m. El Cobalto no parece influenciar en el metabolismo de las plantas, parece activar la formación de enzimas. La absorción de Cobalto es más alta en las mesetas que en la costa y parece que guarda cierta relación con la asimilación del nitrógeno. No parece que ningún suelo con contenido alto en Cobalto sea lo suficientemente tóxico para impedir el desarrollo de la vegetación, pero utilizando soluciones de riego altas en Cobalto se ha podido retardar el crecimiento. Añadiendo sales al suelo tampoco se han observado resultados definitivos; en algunos casos el crecimiento aumentó, pero en otros no, e incluso se retrasó.

Hasta ahora no se han podido precisar las cantidades necesarias de sales de

Cobalto en relación con el incremento de pasto, con el clima y con la calidad de los suelos. Es decir no se han podido determinar las proporciones necesarias en cada caso específico. De una manera general solo se sabe de cierto que la adición de algo de sales de Cobalto a los suelos produce mejoramiento en los pastos y sensacionales efectos en el ganado.

## EL COBALTO EN LOS ANIMALES

Los animales con falta de Cobalto en la alimentación presentan los mismos síntomas en todas las partes del mundo: crecimiento retardado, falta de apetito, decaimiento, palidez en las mucosas, falta de leche, pelo áspero, enfermedades de la piel y en muchos casos, muerte. En algunas ocasiones los animales se arrancan la lana y el pelo y comen madera y hasta huesos. Se produce una marcada reducción de hemoglobina en la sangre. El hígado crece anormalmente y degenera. Las autopsias no son demasiado eficientes para diagnosticar la carencia de Cobalto. El diagnóstico más seguro es la propia reacción del animal ante las sales de Cobalto. En una semana se conoce la respuesta.

Se han hecho experimentos concluyentes con ovejas añadiendo sulfato de Cobalto a la sal de un rebaño y a otros no. Al cabo de dos meses las que no tenían sulfato de Cobalto perdieron apetito y a los cuatro meses estaban cerca de la merte. Una oveja consume aproximadamente 0.1 mgr. de Cobalto por cada 100 libras de peso. El ganado no necesita tanto.

La distribución del Cobalto en los tejidos animales se ha establecido por isótopos radiactivos confirmándose que las sales inyectadas de Cobalto son poco eficientes. El Cobalto radiactivo suministrado con los alimentos se encontraba a las 24 horas en el estómago, en la sangre y en los tejidos, lo que demuestra que no pasa directamente a éstos.

La deficiencia de Cobalto afecta exclusivamente a los rumiantes domésticos. Los animales salvajes que pueden cambiar de área no padecen estas enfermedades. Lo mismo ocurre con el ganado transhumante o nómada.

## EL COBALTO EN DISTINTOS PAISES.

Existen muchas áreas en el mundo que todavía no se han estudiado aunque se sospecha que son deficitarias en Cobalto.

**Norte América:** De una manera general son áreas pobres de la costa atlántica y de la región de los grandes lagos. En general tanto en Estados Unidos como en Canadá se ha tomado la costumbre de añadir sales de Cobalto en las bolas de sal y en los alimentos.

**Sud América:** A pesar de la enorme importancia que para su economía tiene la ganadería se ha prestado muy poca atención o ninguna a la deficiencia de Cobalto. Solo Brasil se ha ocupado parcialmente de ello habiéndose encontrado deficiencias en el Estado de Sao Paulo.

**Europa:** La falta de Cobalto se acentúa sobre todo en Inglaterra donde existe mucho suelo de origen granítico y arenoso. Quizás esta deficiencia resalte más por el hecho de haberse estudiado más a fondo.

**Suecia:** Existen áreas donde la ganadería vacuna es casi imposible. Noruega existen zonas donde la carencia de Cobalto se acentúa en las regiones costeras de grandes lluvias.

**En Francia:** Falta en los Vosgos.

**Alemania Occidental:** Es escaso en la Selva Negra y en el Valle del Elba donde aparecen suelos graníticos. Deben existir deficiencias notables no estudiadas en España, Holanda, Suiza, etc. En las islas Azores, de origen volcánico, falta Cobalto.

**Africa:** Se sabe que hay deficiencia de Cobalto que afectan al ganado en Kenya y en la Unión Sud-Africana.

**Oceanía:** Existe una notable deficiencia en toda la Costa Sur de Australia que contiene arenas calizas. Por la importancia que se dió a este problema se conoce bastante bien sus áreas carenciales. Lo mismo ocurre en Nueva Zelandia. Se han hecho muchas investigaciones determinándose que las áreas carenciales dan al Norte de la Isla y en el macizo central donde existen suelos de origen volcánico.

Se han señalado únicamente las regiones de la Tierra conocidas por sus estudios. Se sospecha que existen otras muchas donde las condiciones de vida del ganado son

bastante malas y otras, en las que aún existiendo los síntomas, resultan difíciles de diagnosticar por no existir comparaciones.

**Australia:** Falta Cobalto en los suelos graníticos y en algunas regiones calcáreas.

Los métodos recomendables son: corrección de los suelos, bolas de sal con sales de Cobalto, sales de Cobalto con el forraje y finalmente, píldoras con minerales. Estas últimas se recomiendan sólo para salvar animales muy enfermos.

## CHILE.

La clasificación mundial de las diferentes rocas según su contenido en estaño, es la siguiente:

	gr/ton.
Igneas	35
Básicas	56
Ultra-básicas	237
Gabros	24 - 79
Sienitas	8
Granitos	0 - 8
Pizarras	60
Calizas	0.2 - 2
Esquistos Alumínicos	8

Los suelos chilenos se dirivan en un gran porcentaje de rocas ígneas de origen volcánico, por lo tanto, prácticamente con escaso contenido de Cobalto, lo cual podría producir zonas de pastizales de escaso rendimiento alimenticio. El interés despertado por esta cuestión por su posible reflejo en la ganadería movió al Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN) a colaborar con una prospección en la zona de Cautín. Esta prospección tenía dos objetivos:

1º.— Conocer si existían en Chile laboratorios y métodos apropiados para efectuar este tipo de micro-análisis.

2º.— En caso afirmativo realizar una prueba que permitiese poner a punto un programa de investigaciones en las zonas ganaderas del país.

El primer punto quedó satisfactoriamente resuelto por la Sección de Análisis Instrumental (Espectrografía) del Departamento de Minas de la Universidad de Chile. Los resultados obtenidos sobre 10 muestras de "trumao" (suelo de origen volcánico apto para empastadas), tomadas al azar entre unas cincuenta fué el siguiente:

Muestra N°	Co p.p.m.
1	8.4
2	6.2
3	14.2
4	21.2
5	16.2
7	12.2
8	10.2
10	18.8
13	22.0
14	21.8

Estas cifras comparadas con las del cuadro anterior encajan en la clasificación de suelos derivados de rocas ígneas y sobrepasan, sin embargo, ampliamente el límite considerado peligroso de 2 p.p.m. Probablemente esto se debe al origen de tipo básico de las rocas volcánicas chilenas diferentes a las de los otros países en los que se llevó a cabo el estudio de suelos carenciales y tenga también relación con la génesis primaria de los yacimientos de Cobalto de Chile.

El interés de esta cuestión, el tratar de poner a punto un sistema de investigación, está moviendo a IREN a programar un estudio sobre una zona agrícola conocida que pueda servir de módulo para el resto del país.

En el cuadro adjunto se han vertido los resultados de una teórica clasificación de suelos con posible carencia de Cobalto.

## SUELOS CON POSIBLE CARENCIA DE COBALTO

PROVINCIA	TRUMAO DE LOMAJE	TRUMAO NADIS	TRUMAO ALUVIAL	GRANITICOS ALUVIALES	GRANITICOS Depositacionales	ARENOSO	DUNAS Y ALUVIALES	DUNAS	PUMICITICO	T O T A L
ACONCAGUA				27.687,5	4.031,3					31.718,8
VALPARAISO				165.875,0	62.000,0					227.875,0
SANTIAGO				346.875,0	101.893,8	750,0			37.662,5	487.181,3
O'HIGGINS				14.612,5	8.256,3				10.675,0	33.543,8
COLCHAGUA				86.675,0	40.031,3				28.837,5	155.543,8
CURICO				20.543,8	1.131,3	887,5				22.562,6
TALCA	13.781,3		3.125,0	7.606,3	18,8	26.837,5	2.687,5		168,8	54.225,2
MAULE				106.437,5	41.056,3	16.156,3	9.881,3		4.125,0	177.656,4
LINARES	3.468,8		27.062,5	4.318,8	11.350,0	17.856,3	8.187,5		26.293,8	98.537,7
ÑUBLE	233.668,8		59.968,8	127.581,3	23.800,0	36.306,3	243,8			481.569,0
CONCEPCION				285.806,3	12.518,8	89.100,0				387.425,1
ARAUCO				85.975,0	6.156,3	32.231,3		19.562,5		143.925,1
BIO - BIO	179.793,8		14.062,5	68.412,5	10.993,8	135.900,0		12.250,0	306,3	421.718,9
MALLECO	247.075,0		10.125,0	203.700,0	78.400,0	14.850,0		10.093,8		564.243,8
CAUTIN	506.606,3		156.693,8					2.062,5		665.362,6
VALDIVIA	475.275,0	98.918,8	11.625,0							585.818,8
OSORNO	164.912,5	111.418,8	1.812,5							278.143,8
LLANQUIHUE	202.006,3	197.600,0	5.568,8							405.175,1
CHILOE	124.718,8	70.812,5	13.187,5							208.718,8
T O T A L	2.151.306,6	478.750,1	303.231,4	1.552.106,5	401.638,0	370.875,2	21.000,1	43.968,8	108.068,9	5.430.945,6 Hás.
%o CON RESPECTO AL AREA DEL PAF.	17,1 %o	3,8 %o	2,4 %o	12,4 %o	3,2 %o	3,0 %o	0,2 %o	0,3 %o	0,9 %o	43,3 %o

NOTA: El Area que cubre el Proyecto Aerofotogrametrico - PAF. - es de 12.550.000 Hás, o sea, el 16,8 %o del Area Total de CHILE.

IREN - CORFO 1969

**MANGANESO**

# M A N G A N E S O

## I N D I C E

	Págs.
I.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	97
II.- ANTECEDENTES . . . . .	.100
A.- Historia . . . . .	.100
B.- Usos . . . . .	.100
C.- Producción Mundial de Manganeso . . . . .	.102
D.- Consumo Mundial . . . . .	.104
E.- Reservas Mundiales . . . . .	.107
III.- GEOLOGIA . . . . .	.112
A.- Descripción . . . . .	.112
B.- Yacimientos Mundiales . . . . .	.113
C.- Génesis . . . . .	.115
D.- Chile . . . . .	.117
D.1.- Génesis a los yacimientos . . . . .	.117
D.2.- Provincias Metelogénicas . . . . .	.117
D.3.- Yacimientos . . . . .	.124
D.4.- Mapa de Ubicación . . . . .	.167
D.5.- Reservas . . . . .	.168
IV.- EXPLOTACION . . . . .	.169
A.- Minería . . . . .	.169
B.- Preparación . . . . .	.169
C.- Metalurgia . . . . .	.170
D.- Chile . . . . .	.173
D.1.- Antecedentes . . . . .	.173
D.2.- Minería . . . . .	.177
D.3.- Metalurgia . . . . .	.184
V.- COMERCIALIZACION . . . . .	.190
A.- Presente . . . . .	.190
B.- Futuro . . . . .	.197
C.- Chile . . . . .	.198
C.1.- Mercado Interior . . . . .	.203
C.2.- Mercado Exterior . . . . .	.204
C.3.- Mercado de Aleaciones . . . . .	.205
C.4.- Mercado Exterior de Aleaciones . . . . .	.208
C.5.- Mercado Interior de Aleaciones . . . . .	.208

## I.— CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1.— La minería del Manganeso, en Chile, comenzó a desarrollarse con gran pujanza en 1884 pero no supo o no pudo estabilizarse y quedó a merced de las fluctuaciones del mercado mundial que terminaron por arrinconarla.

2.— Los yacimientos chilenos no son fáciles de explotar. Su relación genética con el volcanismo los sitúa en zonas estructuralmente alteradas por pliegues y fallas tectónicas que hacen difícil la mecanización subterránea. Sus recubrimientos no permiten tampoco la explotación a tajo abierto. Geográficamente suelen tener accesos bastante costosos y alejados de puertos de embarques.

3.— Los minerales de alta ley de tipo internacional han desaparecido en su mayor parte, pero su exportación no ha servido para crear una industria minera y metalúrgica bien equipada. Los yacimientos de este tipo de minerales, que aún quedan en el país, no cuentan ni con estudios ni con recursos para ser debidamente explotados. Excepción hecha de los de la "Cía. Manganesos de Atacama" cuyas reservas están, en cambio, prácticamente agotadas.

4.— La presencia de cobre en algunos yacimientos de buena ley de Manganeso los hace inexplotables aisladamente. Su beneficio necesita estar subordinado al de otros depósitos que no contienen esta impureza para poder obtener una mezcla de minerales cuya ley de cobre no exceda los límites permitidos. En otros casos su textura pulverulenta los hace difíciles de extraer y de procesar.

5.— Las reservas de minerales de baja ley, 18%—25% Mn. son importantes pero no existe ni una sola planta de concentración que permita transformarlas en minerales comerciales.

6.— Los minerales de leyes del 35% al 40%, no aptos para la exportación, se utilizan en la industria nacional de ferro—manganeso. Gracias a ello la producción de este tipo de minerales, que actualmente es casi el único que se extrae, podrá seguir al ritmo actual de unas 20.000 a 24.000 tons. anuales.

7.— La industria de aleaciones de Manganeso tropieza en el mercado exterior con una difícil posición debida al alto precio de costo de sus productos. En este precio inciden desfavorablemente la energía eléctrica, la calidad de los minerales, el elevado transporte desde las minas a fundición, el rendimiento de las instalaciones, los fletes, etc. En el mercado interior existe prácticamente un solo consumidor, la Cía. de

Aceros del Pacífico, cuya capacidad de absorción de ferro—manganeso es equivalente a unas 20.000 tons. anuales de mineral.

8.— El resultado final es que tanto el mineral como las aleaciones son más caros y de menor calidad que los procedentes del extranjero. El triángulo “mina—fundición— acerería” necesita, por lo tanto, estar sostenido en equilibrio forzado por el Gobierno.

9.— No es previsible ninguna escasez de Manganeso en el mundo para los próximos cien años. Enormes depósitos han sido puestos recientemente en explotación en Africa y Brasil y además se especula con la idea de que dentro de unos diez años la explotación de las reservas marinas de nódulos de Manganeso será una realidad. Estas perspectivas alejan de la industria pesada norteamericana el fantasma estratégico de su dependencia externa en materia de Manganeso. No es de esperar, por lo tanto, ninguna subida de precios ni en mineral ni en sus aleaciones, sino más bien todo lo contrario.

10.— Como resumen parece difícil salir de la situación actual de la industria chilena del Manganeso. La exportación de sus productos continuará siendo casi nula y el mercado interior seguirá supeditado al crecimiento vegetativo de la industria nacional del acero. Para suplir esta limitada demanda, con las importaciones cerradas, sobra con las instalaciones existentes ya que no existe ningún problema, aparte del precio, ni en cuanto a producción de minerales ni de aleaciones.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo con el espíritu recogido en las conclusiones anteriores, las recomendaciones han de ser forzosamente de efectos muy limitados:

1.— Es conveniente lograr establecer un proceso económico de beneficio de los minerales de baja ley. Este proceso, si no produce concentrados que puedan exportarse, servirá al menos para normalizar y abaratar la producción destinada a fabricar el ferro—manganeso nacional. Al mismo tiempo, si se consiguen leyes de 47<sup>o</sup>/o — 48<sup>o</sup>/o de Mn, se podrán mejorar los rendimientos industriales.

2.— Desde el punto de vista puramente local y dada la situación socio—económica de la Provincia de Coquimbo, parece aconsejable revisar la política monopolista de la fabricación de aleaciones de Manganeso para tratar de asignar un cupo a la metalurgia de Guayacán.

3.— Las últimas impresiones recogidas en el mercado de Nueva York demuestran un cierto interés por los minerales chilenos de Manganeso al 50<sup>o</sup>/o de ley, siempre y cuando sus precios estuviesen entre los límites de US\$ 0.50 a US\$ 0.60 por unidad. Esta consideración acentúa la necesidad de revisar los procesos tecnológicos de extracción y de beneficio.

## II.— ANTECEDENTES

### A.— HISTORIA

El Manganeso, bajo forma de óxido, se usó, por los egipcios y romanos, en la fabricación de vidrios. Hasta fines del siglo XVIII la cerámica y la fabricación de cristal fueron sus únicos usos conocidos. En esa época comenzó su utilización en la producción de cloro, permaneciendo vigente este empleo hasta hoy en día. En 1839 se descubrió que el Manganeso daba ductibilidad y maleabilidad al acero. En 1856 Bessemer estableció su conocido proceso de fabricación de acero. Dadas las dificultades de forjado y laminado del producto obtenido por este sistema, el proceso no marchó perfectamente hasta que comenzó a añadirse aleación de ferro-manganeso. Desde entonces el Manganeso constituye un elemento totalmente inseparable de la industria del acero. Hoy, como característica más saliente de este mineral, debemos destacar que la industria siderúrgica más potente del mundo, la de los EE.UU., depende casi totalmente de las importaciones de Manganeso.

### B.— USOS

Las aplicaciones del Manganeso se refieren principalmente a tres campos: el metalúrgico, el químico y el de baterías secas.

Metalúrgicamente se utiliza la gran afinidad del Manganeso por el oxígeno y por el azufre. Bajo forma de ferro-manganeso se emplea para contrarrestar el pernicioso efecto del azufre en la fabricación del acero e incrementar la resistencia de éste, su dureza, su maleabilidad y su resistencia a alta temperatura. El ferro-manganeso contiene de 75 a 82% de Manganeso y 5 a 7% de carbono y se obtiene partiendo de menas de un 35 a 50% de Manganeso. El ferro-manganeso sirve también para provocar la desoxidación en el acero, pero, no es insustituible para este uso específico, puesto que esta función puede realizarse con sílice o con aluminio. No se conoce en cambio ningún sustituto para la desulfuración y recarbonización del acero. El consumo de Manganeso es del orden del 8 ó 10% del volumen del acero producido, absorbiendo este capítulo el 90% del mineral producido. El Spiegeleisen se emplea para la desoxidación de aceros altos en Carbón.

La proporción de Manganeso en los aceros es la siguiente:

---

Acero de muebles	0,6 a 0,9% de Mn
Aceros de rodamientos	0,9 a 1,2% de Mn
Acero de construcción	0,9 a 1,8% de Mn
Acero de alta resistencia	6,0 a 19 % de Mn

---

El acero al Manganeso se usa abundantemente en la industria eléctrica. En los carriles multiplica la duración de éstos a 5 o 6 veces la de los fabricados con acero ordinario. Tiene también una gran variedad en usos bélicos. Se emplea en minería para fabricar equipos de molienda de minerales, movimiento de tierras, dragado, etc.

En pequeñas cantidades se utiliza en la producción de aluminio y magnesio. Se fabrican bronce al Manganeso a los que comunica tenacidad y resistencia a la corrosión cuyas cualidades se utilizan en la fabricación de hélices de barco. También se alía con el cobre al que comunica una elevada resistencia a la electricidad, utilizándose esta aleación en la producción de resistencias eléctricas. Para sustituir en la fabricación de aceros el empleo simultáneo de ferro-manganeso y de ferro-silíceo se fabrica el sílico-manganeso.

La industria química emplea el Manganeso como agente colorante en la fabricación de vidrios y porcelanas. Como oxidante se utiliza en la fabricación de hidroquinona empleada en fotografía y en la de permanganato de potasio que es un poderoso oxidante. También se usa en la lixiviación de los minerales de uranio y como fertilizante, bajo forma de sulfato de Manganeso. Generalmente para estos usos químicos se parte del bióxido de Manganeso. La URSS ha instalado nuevas plantas para producir varios miles de toneladas mensuales de un compuesto orgánico de Manganeso que se emplea como antidetonante en la gasolina.

Para baterías secas se aprovecha el poder oxidante del bióxido de Manganeso combinado con su reducido porcentaje de cal contenida y su elevado contenido de agua combinada. Estas características permiten utilizarlo como despolarizador en las baterías secas ya que el hidrógeno liberado por el electrolito se acumula alrededor del electrodo de carbón y disminuye su acción. Este efecto se suprime al poner el hidrógeno en contacto con el oxígeno liberado por el bióxido de Manganeso que se añade el contenido de la célula. Este bióxido debe de contener como mínimo un 75% de  $MnO_2$ .

Por último en la producción de ciertos aceros inoxidables, de algunos productos químicos y para la manufacturación de algunas aleaciones no férricas se hace necesario utilizar Manganeso metal muy puro. Este Manganeso se produce electrolíticamente a partir de la lixiviación de menas pobres al 10% de Mn. El Manganeso puro se deposita catódicamente. Su uso está aumentando rápidamente.

El Manganeso es el más difícil de recuperar de todos los metales y una vez usado puede darse por perdido casi en su totalidad.

**C.- PRODUCCION MUNDIAL DE MANGANESO**  
(TONELADAS METRICAS)

CONTINENTES	1951-56	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
AFRICA	2.179.178	2.220.641	2.382.948	2.355.059	2.582.384	2.867.700	2.978.026	3.082.027	3.147.423	3.643.776	4.452.423	4.441.147	4.214.030
AMERICA LATINA	665.869	786.561	1.374.829	1.186.281	1.246.740	1.239.816	1.252.486	1.448.446	1.540.648	1.670.290	1.691.950	1.671.718	1.257.441
AMERICA del NORTE	158.055	312.675	332.265	296.869	207.884	197.250	257.289	297.853	152.333	142.367	195.363	195.917	189.930
ASIA	2.147.799	2.960.617	2.960.678	2.590.274	2.713.012	2.899.224	2.506.572	2.455.197	2.622.818	2.766.219	3.057.707	3.249.791	2.969.687
EUROPA	4.906.400	5.429.675	5.727.052	5.880.445	6.048.914	6.317.933	6.456.970	6.851.072	7.209.216	7.514.340	8.046.929	7.445.475	7.662.760
OCEANIA	40.423	83.232	113.422	79.330	104.233	73.634	96.897	93.698	65.328	123.521	174.134	356.797	621.523
<b>TOTAL</b>	<b>10.097.724</b>	<b>11.793.401</b>	<b>12.891.194</b>	<b>12.388.258</b>	<b>12.903.167</b>	<b>13.595.557</b>	<b>13.548.240</b>	<b>14.228.293</b>	<b>14.737.766</b>	<b>15.860.513</b>	<b>17.618.503</b>	<b>17.360.845</b>	<b>16.915.371</b>

**AMERICA LATINA**

ARGENTINA	6.702	8.782	10.117	13.268	15.867	21.996	17.890	12.626	29.209	37.261	20.358	11.098	—
BOLIVIA	—	—	—	—	—	—	48	264	—	—	—	—	—
BRASIL	211.795	310.779	917.829	881.979	969.052	998.958	1.016.145	1.170.448	1.254.133	1.351.500	1.395.776	1.454.597	1.131.936
CUBA	236.494	243.811	145.997	67.695	53.337	16.003	41.722	75.281	37.496	70.332	72.560	72.560	—
CHILE	45.607	48.008	54.181	38.157	38.777	45.898	31.762	43.162	46.469	19.857	16.584	17.917	14.851
MEXICO	161.424	155.097	199.540	169.972	164.980	155.460	141.401	139.950	172.823	190.968	185.682	114.696	110.654
PANAMA	—	—	1.954	4.072	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PERU	3.847	10.726	15.344	2.940	1.140	1.501	3.518	6.715	518	372	990	850	—
VENEZUELA	—	9.358	29.867	8.198	3.587	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>665.869</b>	<b>786.561</b>	<b>1.374.829</b>	<b>1.186.281</b>	<b>1.246.740</b>	<b>1.239.816</b>	<b>1.252.486</b>	<b>1.448.446</b>	<b>1.540.648</b>	<b>1.670.290</b>	<b>1.691.950</b>	<b>1.671.718</b>	<b>1.257.441</b>

FUENTE: "MINERALS YEARBOOK"

**INDICE DE LA PRODUCCION DE MINERAL DE MANGANESO EN AMERICA LATINA**  
(BASE 1957 = 100)

P A I S	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
ARGENTINA	100	131.1	156.8	217.4	176.8	124.8	288.7	368.3	201.2	109.7	—
BOLIVIA <sup>1</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BRASIL	100	96.1	105.6	108.8	110.7	127.5	136.6	147.2	152.1	158.5	123.3
CUBA	100	46.4	36.5	11.0	28.6	51.6	25.7	48.2	49.7	49.7	—
CHILE	100	70.4	71.6	84.7	58.6	79.7	85.8	36.7	30.6	33.1	27.4
MEXICO	100	85.2	82.7	77.9	70.9	70.1	86.6	95.7	93.1	57.5	55.5
PANAMA <sup>2</sup>	100	208.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PERU	100	19.2	7.5	9.8	11.1	43.8	3.4	2.4	6.4	5.5	—
VENEZUELA <sup>2</sup>	100	27.4	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	100	86.29	90.68	90.18	91.10	105.35	112.06	121.49	123.07	121.59	91.46

1 PRODUCE UNA PEQUEÑA CANTIDAD EN 1961 y 1962

2 PRODUCEN SOLAMENTE EN 1957 — 1958 y 1959

FUENTE: "MINERALS YEARBOOK"

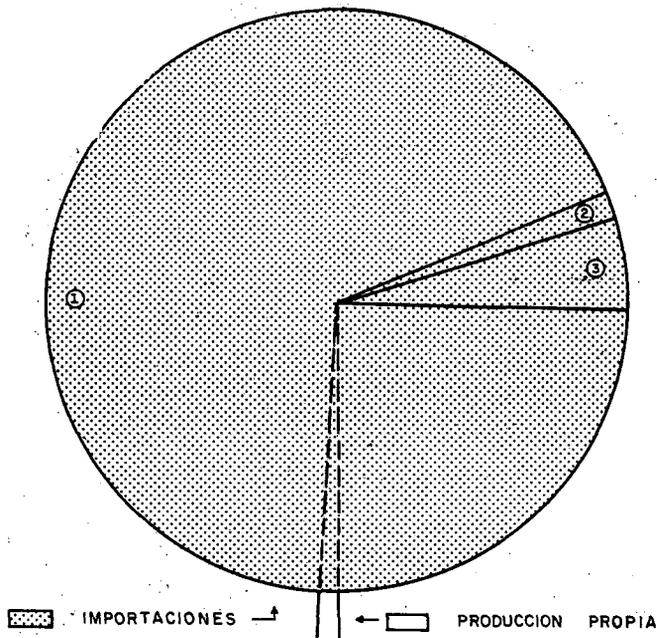
### D.- CONSUMO MUNDIAL

Consumo de Manganeso mineral en EE.UU. por destino  
(en miles de tons. métricas)

A Ñ O S	TOTAL	%	SIDERURGIA	%	BATERIAS	%	QUIMICA	%
1954-58	1.809	100	1.749	96.68	32	1.77	28	1.55
1959	1.456	100	1.383	94.99	47	3.22	26	1.79
1960	1.765	100	1.681	95.24	60	3.40	24	1.36
1961	1.543	100	1.450	93.97	68	4.41	25	1.62
1962	1.696	100	1.590	93.75	71	4.19	35	2.06
1963	1.670	100	1.559	93.36	86	5.14	25	1.50
1964	2.024	100	1.906	94.17	91	4.50	27	1.33
1965	2.606	100	2.478	95.09	97	3.72	31	1.19
1966	2.150	100	2.002	93.12	117	5.44	31	1.44
1967	2.161	100	2.023	93.62	111	5.14	27	1.24
1968								

No existen datos generales sobre consumo mundial, los únicos disponibles se refieren a los EE.UU. principal país consumidor del mundo cuyo consumo, equivale al 12.5 % de la producción mundial de minerales.

GRAFICO DEL CONSUMO  
DE MANGANESO EN EE.UU.  
1967



1.-FERROMANGANESO Y Mn. METAL	93,02 %
2.- BATERIAS	1,24 %
3.-QUIMICA	5,15 %

**CONSUMO DE ALEACIONES DE MANGANESO EN EE.UU.  
POR CLASE  
(Ton. Cortas)**

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
FERROMANGANESO	800.000	778.000	866.295	893.000	1.008.000	1.040.000	1.048.000	982.000
SPIEGELEISEN	38.000	37.000	36.150	34.000	37.000	32.549	32.000	29.000
SILICOMANGANESO	99.000	111.837	122.343	144.000	175.000	192.281	174.000	160.000
MANGANESO METAL	15.800	16.300	14.851	19.183	25.183	26.284	24.838	24.043
<b>T O T A L</b>	<b>952.800</b>	<b>943.137</b>	<b>1.039.639</b>	<b>1.090.183</b>	<b>1.245.734</b>	<b>1.291.114</b>	<b>1.278.838</b>	<b>1.195.043</b>

**CONSUMO DE ALEACIONES DE MANGANESO EN SIDERURGIA  
POR DESTINO**

EE.UU. — 1967

(Ton. Cortas)

	Ferromanganeso Spiegeleisen Manganeso metal Briquetas	Silicomanganeso
Acero inoxidable	10.249	9.791
Aceros varios al manganeso	172.966	24.800
Acero al carbón	710.908	105.468
Acero de Herramientas	3.722	865
Fundición Gris	26.962	1.921
Usos Varios	135.810	17.060
<b>T O T A L</b>	<b>1.060.617</b>	<b>159.905</b>

## E.— RESERVAS MUNDIALES

Los minerales de Manganeso están bastante diseminados en todo el mundo y sus especificaciones varían según su contenido. De una manera general se llaman "Minerales de Manganeso" los que contienen del 15 al 50<sup>o</sup>/o de Manganeso y "Minerales Ferro—manganesíferos" los de ley del 5 al 15<sup>o</sup>/o de Manganeso. Esta clasificación unida con los diferentes métodos de cubicación y de evaluación usados en distintos países, los diferentes grados de prospección, la falta de información de los grandes productores, etc. ha dado como resultado un cálculo de reservas poco definido y que sólo puede considerarse como muy aproximado. Hay además que tener en cuenta que la crisis creada en 1950 por la retirada del Manganeso soviético del mercado y por las dificultades ocasionadas por la India, trajo como consecuencia un enorme incremento de actividad prospectora y el descubrimiento de enormes reservas aún no terminadas de evaluar.

### AFRICA.

**Alto Volta.** Los sondeos realizados por las Naciones Unidas en su proyecto minero han descubierto en Tambao, cerca de la frontera de Mali—Niger, un depósito con, 8—10 millones de toneladas con una ley del 44 al 54<sup>o</sup>/o.

**Congo.** Sus minerales de Baceka contienen un 48 a 50<sup>o</sup>/o de Manganeso y poco hierro. Las destrucciones sufridas en las instalaciones a fines de 1967 han interrumpido la producción.

**Gabón.** Los yacimientos de Moanda han sido el descubrimiento más importante realizado durante la crisis 1950—1957. Sus reservas, estimadas por ahora en unos 200 millones de toneladas, son de las mayores del mundo. Su riqueza excepcional, 52<sup>o</sup>/o de Manganeso y poco hierro, ha permitido resolver satisfactoriamente los problemas de un transporte muy difícil, por medio de un cable aéreo de 85 Kms. de longitud, para poner los minerales sobre ferrocarril. Su comercialización comenzó en 1962 y en 1967 ya exportó 1.352.000 tons. Con algunas mejoras que actualmente se introducen en el cable su capacidad llegará al tope de 1.500.000 tons. al año.

**Ghana.** Los minerales de Wasavaw, con 48—52<sup>o</sup>/o de Manganeso, han sido la fuente principal del mundo de bióxido de Manganeso para baterías hasta 1950. Las reservas han ido desapareciendo gradualmente. Se calcula que existen unos 30 millones de toneladas. Actualmente en Nsuta una planta piloto está investigando la posibilidad de beneficiar grandes reservas de minerales pobres.

Marruecos. Los yacimientos de Imini producen Manganese grado químico al 84<sup>o</sup>/. No son demasiado importantes.

Sud-Africa. Posee las reservas más importantes del mundo occidental distribuidas en las regiones de Kuruman y Postmasburg. Los yacimientos de Kuruman consisten en dos mantos de 6 m. y 12 m. de potencia separados por un cuerpo ferrífero de 25 m. de espesor. El mineral contiene 48<sup>o</sup> de Manganese, 5<sup>o</sup> de SiO<sub>2</sub>, 0,05<sup>o</sup> de P y una proporción de Fe que varía del 14<sup>o</sup> en la capa superior al 9<sup>o</sup> en la capa inferior. Sólo en las minas de Mamatwan se cubican 200 millones de toneladas. En el desierto de Kalahari cerca de Kuruman se ha descubierto en 1950 otro extenso depósito. Los yacimientos de Postmasburg han venido produciendo minerales desde hace 30 años. Sus depósitos de Lohathla son más irregulares y difíciles de explotar que los de Kuruman. El total de reservas se estima del orden de los 1.000 millones de toneladas.

## AMERICA

Brasil. Desde principios de siglo se conocían algunos yacimientos de Manganese en Brasil. Sin embargo el escaso mercado y las dificultades de transporte impidieron su desarrollo. Hizo falta que EE.UU. atravesara la crisis de suministro en los años 1950-1957 para que la minería de Manganese se pusiera en marcha y se descubriesen los importantes yacimientos que hacen hoy de Brasil el país más importante de América en reservas de Manganese. Estas se estiman del orden de unos 175 millones de toneladas. Los yacimientos de Urucum (Matto Grosso) se pusieron en explotación en 1950. Sus reservas se estiman en 50 millones de toneladas con 45<sup>o</sup> de Manganese y 11<sup>o</sup> de hierro. Los depósitos de Morro da Minas (Minas Gerais) se estima contienen 16 millones de toneladas con 40-50<sup>o</sup> de Manganese. Los yacimientos del territorio de Amapá, con 24 afloramientos con más de 7 Km. corren a lo largo del río Amaparí, se descubrieron en 1941 y se pusieron en explotación en 1957. Contienen reservas de 30 millones de toneladas con leyes del 45 a 48<sup>o</sup> de Manganese.

Otros yacimientos de importancia son los de Jacadigo y Mutum.

Hasta la aparición de los minerales de Gabón fue Brasil el principal suministrador de los EE.UU. desde 1953.

Chile. Posee reservas en la zona Antofagasta-Coquimbo del orden de los 20 millones de toneladas de minerales de leyes diversas y en mantos irregulares que dificultan su extracción.

**Cuba.** Sus depósitos en la provincia de Oriente producen “grado químico”. No se conoce ni producción ni reservas.

**Ecuador.** Existen reservas de cierta importancia en las provincias de El Oro y de Carchí. Al parecer son minerales oxidados derivados de tobas volcánicas manganesíferas poco estudiadas todavía.

**Estados Unidos.** Principal consumidor del mundo. No tiene prácticamente yacimientos de alto contenido. Durante cuarenta años adoptaron una política proteccionista, por medio de derechos de importación destinada a favorecer la prospección en su territorio. Después de la crisis de Corea se llegó al convencimiento de que no se descubrirían nuevos depósitos de alta ley y en 1964 se suprimieron los gravámenes a la importación.

Se estima que sus reservas al 35% sólo alcanzan 1 millón de toneladas. Existen cubriciones más amplias, 222 millones de toneladas en Arkansas, pero de minerales más pobres que requieren alta tecnología para su aprovechamiento comercial y para su transformación en silico-manganeso, manganeso electrolítico y bióxido sintético.

**México.** Tiene yacimientos en los Estados de México, San Luis de Potosí, Guerrero, Chiguagua e Hidalgo. En este último los grandes depósitos de carbonatos de Molango se van a poner en marcha con sistemas muy modernos. En Autlan (Guadalajara) se obtiene mineral al 46-47% de Manganeso. No se conocen cálculos de reservas.

## ASIA

**China.** Los yacimientos en la zona del río Yangtse se estiman del orden de 50 a 100 millones de toneladas.

**India.** Los yacimientos de Madhya Pradesh, Maharashtra, Gujarat y Goa constituyen una de las reservas más importantes del mundo con minerales de todos los tipos. En Madhya se estiman unos 80 millones de toneladas con ley del 35% y otros 30 millones en el resto de los depósitos.

## EUROPA

**Europa Occidental.** Tiene en general escasas reservas teniendo que importar el 90% de su consumo. De una manera general son productores los países meridionales del área del Mediterráneo.

**U.R.S.S.** Cuenta con enormes reservas evaluadas aproximadamente en unos 1.000 millones de toneladas con leyes variables del 16 al 49<sup>o</sup>/o de Manganeso. Hasta principios de siglo los minerales de la región de Tshiatura (Cáucaso) cerca del Mar Negro eran la mayor fuente de producción de Manganeso ruso. Sus reservas se estimaban en 250 millones de toneladas de grado metalúrgico y de bióxido. Se supone que las reservas han desaparecido considerablemente. Otros yacimientos son los de Nikopol (Ucrania) aunque sus minerales son más pobres y poco comerciales.

## OCEANIA

**Australia.** Tiene depósitos tanto en la parte Norte de su territorio como en la parte Oeste. Sus reservas se estiman del orden de 35 millones de toneladas.

**La Guayana, Costa Rica, Guatemala, Uruguay, Panamá, Angola, Costa de Marfil, Kenya, Thailandia, British Guiana, Perú, Filipinas, etc.,** cuentan con reservas cuyas evaluaciones se desconocen.

## DEPOSITOS MARINOS (1)

Se han encontrado extensas e importantes acumulaciones de Manganeso, Hierro, Oro y Zinc en el Mar Rojo a unos 2.000 m. de profundidad. En Grecia, en el Mar Egeo, en la costa Sur de la isla de Santorini se han descubierto grandes concentraciones de nódulos de Manganeso y hierro. En las zonas costeras de Estados Unidos, sobre el Pacífico Norte se han extraído nódulos, con una ley de 20 a 63<sup>o</sup>/o de Manganeso, en depósitos formados en las plataformas costeras. Los nódulos y los lodos mineralizados tapizan prácticamente todo el fondo Abisal del Océano Pacífico. Estos depósitos son al parecer muy extensos y de un espesor aún no determinado. En el Senado Norteamericano se ha presentado un programa de exploración masiva para estudiar las posibilidades de explotación. De llevarse a cabo sería el Manganeso el primer mineral extraído del fondo del mar.

Las reservas aumentarían en este caso a billones o trillones de toneladas.

**Chatarra.** Las procedentes de los altos hornos son una fuente de recuperación, pero de poca importancia.

## Resumen

Como resumen de las cifras anteriores las reservas mundiales se estiman como sigue en millones de toneladas:

---

(1) Ver anexo 2 "Minerales de Origen Marino".

Sudáfrica	1.000
U.R.S.S.	1.000
Brasil	175
Alto Volta	10
Gabón	200
Ghana	30
India	110
Australia	35
China	100
Varios	100
<b>Total</b>	<b>2.760</b>

Lo que significaría contar con reservas para más de cien años.

Las prospecciones de nuevos yacimientos y sobretudo los avances tecnológicos ensanchan considerablemente el campo de las reservas mencionadas. Prescindiendo de la posibilidad de explotar los yacimientos submarinos tenemos que Yugoslavia comienza la explotación de sus depósitos de baja ley al 12<sup>o</sup>/o de Mn. Hungría ha perfeccionado un tratamiento para sus carbonatos, antes sin valor, por lixiviación ácida en presencia de algo de óxido. La India fabrica electrolíticamente metal y bióxido a partir de minerales pobres. En EE.UU. se intenta la explotación de las extensas y pobres reservas de Arkansas, 222 millones de toneladas al 4<sup>o</sup>/o de Mn, por nuevos métodos de flotación y lixiviación por ácidos, álcalis y ditonatos.

En Sudáfrica se han descubierto recientemente nuevos yacimientos de grado batería. En Australia se ha reconocido un nuevo yacimiento de 33 Km<sup>2</sup> de extensión.

Es de notar que las reservas de minerales de alto grado no coinciden prácticamente con ninguno de los países industrializados, excepto en el caso de la U.R.S.S. y que por lo tanto la utilización de estas reservas está unido directamente a un problema de comunicaciones transoceánicas.

### III. – GEOLOGIA

#### A. – DESCRIPCION

Símbolo	Mn	Densidad	7.3
Nº atómico	25	P. Fusión	1.244º
Peso atómico	55	P. Ebullición	2.150º

El metal es de un color blanco grisáceo y se oxida rápidamente. Su peso atómico está muy próximo al del hierro con el cual aparece muy unido en la naturaleza. El Manganeso se caracteriza geoquímicamente por su alta capacidad de migración y está muy distribuido en la corteza terrestre conociéndose 103 minerales que lo contienen de los cuales sólo 7 se consideran de aprovechamiento.

**Pirolusita** –  $MnO_2$  – Sistema tetragonal. Color: negro (se le llama “Oxido Negro” y mancha los dedos). Densidad: 4,8. Químicamente contiene 63,2% de Mn y 36,8% de O. Frecuentemente contiene algo de agua y sílice. La Pirolusita es un mineral secundario procedente de la descomposición de varios minerales ferromanganesíferos con los cuales se encuentran generalmente asociado. Constituye la mena más importante de Manganeso.

**Psilomelano** – Incluye un grupo de óxidos de Manganeso hidratados, asociados generalmente con zinc y cobalto. Color: negro o negruzco. Se presenta generalmente en forma de concreciones o masas estalactíticas. Característica común de este grupo es su contenido en agua. Se trata de minerales de origen secundario, generalmente asociados con otros minerales de Manganeso. Son una mena importante de Manganeso conteniendo 45–60% de Mn.

**Manganita** –  $MnO(OH)$  – Sistema monoclinico. Color: gris–negro. Químicamente contiene 62,4% de Mn; 27,3% de O y 10,3% de  $H_2O$ . Comúnmente está asociado con hematita, calcita y otros minerales de Manganeso. Se transforma fácilmente en pirolusita. Sus yacimientos aparecen como pseudomorfos de la calcita. Es mena importante de Manganeso.

**Braunita** –  $Mn_2O_3$  – Sistema tetragonal. Color: negro. Químicamente contiene 69,6% de Mn y 30,4% de O.

**Rodocrocita** –  $FeO_3Mn$  – Sistema hexagonal. Color: rosa o rojo. Químicamente contiene 61,7% de  $MnO$  y 38,3% de  $Fe_2O$ . Parte del Manganeso puede ser reemplazado por Ca, Fe, Zn, y Mg. Generalmente se le encuentra asociado con minerales de Fe, Pb, Cu y Ag. Sus yacimientos son pseudomórficos de calcita y florita. Es una mena poco frecuente de Manganeso.

**Rodonita** —  $\text{SiO}_3\text{Mn}$  — Sistema triclínico. Color: rojo pálido. Químicamente contiene 54,1% de  $\text{MnO}$  y 45,9% de  $\text{SiO}_2$ . Generalmente contiene algo de  $\text{Ca}$  y  $\text{Fe}$ . Aparece con calcita, rodocrocita y minerales de zinc y de hierro.

**Hausmanita** —  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  — Sistema tetragonal. Color: negro. Químicamente contiene 72% de  $\text{Mn}$  y 28% de  $\text{O}$ . A veces contiene zinc y hierro. Generalmente aparece en masas compactas granulares asociadas con pirolusita, psilomelano y minerales de hierro.

Actualmente esta terminología es objeto de discusión ya que resulta bastante difícil aplicarla por la diversidad de minerales que necesitan ser clasificados por rayos X.

## B.— YACIMIENTOS MUNDIALES

**U.R.S.S.** Los enormes yacimientos de Nikopol y Bol'Tokmaks (Ucrania), Tshiatura (Georgia) y otros en el Cáucaso y en los Urales son de origen sedimentario de facies marinas del Oligoceno. Todos ellos tienen una estructura similar ya que están constituidos por capas manganesíferas que yacen en discordancia sobre un basamento cristalino precámbrico y que aparecen recubiertas por arcillas y areniscas. El basamento pertenece a plataformas rígidas relacionadas con áreas estables. Los yacimientos están constituidos por mantos de carbonatos y óxidos con potencias variables desde 3 m. hasta 20 m. que se levantan en los bordes de la cuenca adaptándose a la forma de cubeta del basamento. Los óxidos aparecen en las partes más elevadas de los bordes de los mantos y los carbonatos en las zonas de más profundidad. La génesis de estos yacimientos parece debida a la meteorización de rocas básicas manganesíferas seguida de acarreo y precipitación de las sales de Manganeso en áreas litorales de cuencas marinas poco profundas.

**Israel.** En Timna existe un yacimiento con estructura y génesis similar a Nikopol.

**Marruecos.** Los yacimientos de Imini han sido originados por reemplazo en calizas dolomíticas, debidos, seguramente, a acción hidrotermal. Están constituidos por horizontes de carbonatos de relativo poco espesor que descansan sobre una plataforma estable del precámbrico cubierta por areniscas rojas permo-triásicas. Sobre éstas yacen rocas dolomíticas del cretáceo superior en cuyos contactos se han formado dos o tres bancos de Manganeso con miresalizaciones de 1 m. a 2,5 m. de potencia, recorrido de 25 Km. y ancho de 4 Km. La formación aparece cubierta por areniscas rojas detríticas en discordancia con las dolomíticas.

**Estados Unidos.** Los minerales oxidados de alta ley se deben a concentraciones de origen secundario producidas por el encuentro de corrientes ascendentes hidrotermales y manganíferas con las aguas superficiales oxidantes portadoras de materias orgánicas. También existen algunos yacimientos en los que la mineralización se ha producido por reemplazamiento hidrotermal de calizas dolomíticas (Arkansas y Alabama) en la zona geosinclinal de los Apalaches.

**India.** Sus más importantes yacimientos están ligados con un gran proceso de meteorización a pesar de ser de origen sedimentario. Su formación es debida a la lixiviación de calizas dolomíticas manganíferas (hasta un 40% de Mn) seguida de un proceso de oxidación y precipitación que produjo un enriquecimiento secundario y depósitos de alta ley de Manganeso. En este tipo de yacimientos se presentan encadenadas todas las fases de mineralización: a) proceso hidrotermal; b) reemplazamiento en dolomitas; c) lixiviación y d) oxidación.

Se encuentran también formaciones de grandes nódulos carbonatados y yacimientos superficiales netamente lateríticos o nodulares.

**Gabón.** El depósito de Moanda está constituido por un manto horizontal, bastante superficial, que con una potencia de 4 m. a 6 m. yace bajo una capa de cuarzo clástico del mismo espesor. El manto mineralizado está formado por pizarras negras y precámbricas muy metamorfozadas y meteorizadas conteniendo carbonatos principalmente óxidos de Manganeso. Su génesis es similar a la de los yacimientos de Mysore (India).

\* **Brasil.** Los extensos yacimientos ferro-manganíferos de Morro da Minas (Minas Gerais) y Serra do Navio (Amapá) son de origen sedimentario encontrándose el Manganeso depositado con caparzones de foraminíferos. En Morro da Minas aparece, como indicativo del Manganeso, una capa grafitosa; los mantos descansan sobre granitos y gneiss precámbricos y toda la serie ha sufrido un intenso metamorfismo posterior que dió lugar a la formación de silicatos, carbonatos y hasta algo de sulfuros (Alabandita). Los yacimientos de Jacadigo y Urucum son también sedimentarios. En estos últimos los mantos de minerales de plataforma aparecen separados de los estratos ferríferos (Jaspilitas) por bancos arenosos y contienen hasta un 40% de Manganeso y un 55% de Fe.

Varios. Distribuidos en varios países existen una serie de yacimientos de menor importancia que Varentsov clasifica como "Formaciones Sedimentario-Volcánicas" dividiéndolas en yacimientos de "facies esquistas" y yacimientos de "facies porfiríticas". Los primeros contienen Manganeso muy disperso bajo forma predominante de silicatos y carbonatos con leyes bajas. Los segundos presentan

concentraciones mayores generalmente de óxido de Manganeso. El Manganeso primario se atribuye a emisiones volcánicas. Este tipo de yacimiento solamente totaliza una reserva mundial del orden de unos 14 millones de toneladas y está relacionado no con áreas estables de plataforma sino con zonas geosinclinales. Por su escasa importancia no merecería casi la pena de mencionarlos, pero, como veremos más adelante, parece que los yacimientos chilenos, cuyas reservas no están contabilizadas en la cifra anterior, pertenecen a este tipo de formaciones.

### C.— GENESIS

El interés por el estudio geológico del Manganeso crece año tras año. Solamente el XX Congreso Internacional de Geología (México) publicó cinco tomos sobre esta materia. A pesar de todos los trabajos y estudios efectuados quedan aún por aclarar una serie de puntos relacionados con la génesis de los yacimientos, como: a) Relación de los depósitos con la roca encajadora; b) Relación con las zonas climáticas; c) Relación con los procesos biológicos; d) Origen primitivo de los minerales; e) Características típicas de las cuencas de sedimentación.

Estos problemas tienen su origen en la extrema movilidad química del Manganeso. Cronológicamente el Manganeso se extiende desde el Precámbrico al Oligoceno y estructuralmente sus yacimientos abarcan desde la formación sedimentaria a la filoniana incluyendo toda clase de metamorfismos y meteorizaciones. Como ejemplo citemos que en el Precámbrico, que hoy aparece empobrecido, existieron enormes depósitos de Manganeso que se difundieron a través de otras épocas y dieron posteriormente lugar a nuevos períodos de depositación que cerraron un complejo ciclo geológico de mineralización.

En líneas muy generales pueden señalarse como características comunes de los yacimientos de Manganeso las siguientes:

- 1.— Es poco frecuente encontrar un yacimiento bien diferenciado genéticamente. En general son de estructura compleja coexistiendo todo tipo de procesos de mineralización sometidos a acciones metasomáticas.
- 2.— Los yacimientos más importantes del mundo son de origen predominantemente sedimentario. En ellos se presentan extensas zonas de oxidación y de consecuente enriquecimiento secundario.
- 3.— La necesidad de una intensa meteorización para formar estas zonas relaciona directamente los grandes yacimientos de Manganeso con los climas tropicales y sub-tropicales.

- 4.— Cronológicamente la distribución de los yacimientos de Manganeso es preferencial ya que el 82% de las reservas mundiales se encuentran en el Paleoceno y Oligoceno. En el Precámbrico sólo aparece depositado un 9% y el resto en los demás períodos, principalmente en el Carbonífero Inferior.
- 5.— Geomórfológicamente más del 80% de los yacimientos de Manganeso aparece relacionado con áreas de plataforma y de escasa actividad tectónica.

La movilidad del Manganeso obliga a clasificar sus yacimientos en depósitos de origen primario y depósitos de enriquecimientos secundarios. En los primeros el Manganeso es de origen epigenético relacionado con procesos hidrotermales o volcánicos y se presentan en filones, vetas y lentes de reemplazo o bien como constituyente de rocas ferromanganesíferas. Este tipo de yacimientos es el menos importante de los dos.

La teoría genética más frecuentemente aceptada para explicar la formación de los depósitos de enriquecimiento secundario por efectos metasomáticos es la siguiente:

El agua meteórica conteniendo  $\text{CO}_2$  y sustancias orgánicas procedentes de la descomposición de las plantas, lixivia el Manganeso contenido en las hematitas y en otras rocas ferro-manganesíferas con leyes inferiores al 1% de  $\text{MnO}$ . Debido a la mayor solubilidad del Manganeso se forma bicarbonato cuya fórmula es  $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Mn}$  y el Manganeso emigra de la roca madre. En la solución así formada el bicarbonato es más estable que las demás sales sobre todo en presencia de compuestos húmicos y es arrastrado a profundidad a través de fisuras y diaclasas. Simultáneamente sufre los efectos de la actividad bioquímica, de la oxidación y del reemplazo parcial del Manganeso por otros elementos alcalino y alcalinotérreos. Las bacterias destruyen la materia orgánica estabilizadora de la solución. El resultado final es la precipitación del Manganeso bajo forma de carbonato y de óxidos (psilomelano, pirolusita, manganita, etc.) que forman estratos, rellenan vetas o cementan materiales clásticos. La presencia de carbono (carbón y grafito) en yacimientos sedimentarios de Manganeso es síntoma de actividad bioquímica. Las mismas soluciones carbonatadas pueden dar lugar a formaciones de reemplazo en dolomitas y otras rocas calcáreas.

El hecho de que esta teoría es aplicable a la mayor parte de los yacimientos de Manganeso no permite generalizar este proceso como único para toda la mineralización ya que en muchos casos ésta es compleja presentándose zonas con Manganeso primario posteriormente enriquecidos y en otros casos, mantos que después de su sedimentación han sufrido procesos hidrotermales o metamórficos.

## D.— CHILE

### D.1.— Génesis de los Yacimientos

El origen de los yacimientos chilenos de Manganeso ha dado lugar a una serie de teorías genéticas que encajan perfectamente en los dos criterios generales que dividen la opinión geológica mundial. Esta se inclina, por un lado, a creer que las formaciones manganésíferas son de origen **descendente**, es decir, depositaciones sedimentarias con zonas de enriquecimiento por filtración y meteorización. Por otro, se les atribuye un origen **ascendente** con mineralización producida por soluciones hidrotermales.

Por los trabajos y estudios publicados en Chile se aprecia que durante bastantes años ha predominado la tendencia a la teoría "ascendente" atribuyendo a los yacimientos chilenos un origen exclusivamente hidrotermal. La razón fundamental en que se basa esta teoría es la irregularidad de los yacimientos especialmente en lo que se refiere a los lentes mineralizados cuya brusca terminación parece poco compatible con una génesis sedimentaria. Recientemente, sin embargo, este criterio está siendo revisado y la teoría "descendente" se está imponiendo, quizás influido, no solo por los recientes estudios locales, sino también por la corriente de opinión mundial basada en los detallados estudios realizados sobre los grandes yacimientos de la URSS, Africa y Brasil.

En resumen: Actualmente todavía no se puede establecer una teoría genética de orden general sobre los yacimientos chilenos de Manganeso ni casi sobre uno de ellos en particular. Esta situación, algo confusa, no mejora por el hecho de que, además, la moderna actividad volcánica de Chile ha engendrado una serie de depósitos cuya génesis no encuadra en las dos teorías antes expuestas.

Con algunas reservas adoptamos, sin embargo, en este estudio, la teoría "descendente" que parece encajar mejor con la extensión de los yacimientos chilenos sin excluir la posibilidad de que, en algunos casos, ambas teorías hayan podido tener aplicación.

### D.2.— Provincias Metalogénicas

Los yacimientos chilenos de Manganeso pueden agruparse en tres provincias metalogénicas claramente definidas de las cuales sólo una tiene importancia económica. Aparte quedan unos cuantos yacimientos dispersos que se describirán separadamente.

1.— Provincia del Altiplano Andino. Está constituida por un conjunto de yacimientos del Departamento de Arica situados en la Cordillera de Los Andes en altitudes comprendidas entre los 4.000 m. y 5.000 m. Como características comunes tienen las siguientes:

- a) El Manganeso primario es de origen volcánico.
- b) Son yacimientos modernos del Cuaternario.
- c) Son superficiales y de escasa potencia.
- d) Tienen un alto contenido de sílice.
- e) Morfológicamente presentan toda clase de variedades: mantos, bolsones, vetas, cementaciones, etc.
- f) No tienen demasiada importancia desde el punto de vista económico.

Los yacimientos se presentan en tres niveles estratigráficos distintos pertenecientes a otros tantos ciclos de formación cronológicamente diferenciados. Pueden agruparse en los siguientes tipos representativos. (Cruzat 1966):

- a) **Tipo Navidad.** Perteneciente al ciclo inferior. Formado por mantos sub—horizontales y superficiales mineralizados por una red de vetillas, rellenas de óxidos de Manganeso, encajadas en diatomitas y en areniscas de la formación Huaylas.
- b) **Tipo Sicuni.** Perteneciente al ciclo inferior. Formado por capas muy inclinadas ( $75^{\circ}$ — $90^{\circ}$ ) encajadas en las tobas y areniscas de la formación Huaylas y contituídas por materiales clásticos mineralizados por una red de vetas que se acuñan a los 3 m. o 5 m. de profundidad.
- c) **Tipo Huachipato.** Perteneciente al ciclo medio. Formado por mantos sub—horizontales y superficiales encajados en brechas riolíticas y con mineralización maciza o bandeada constituida por cementación con óxido de Manganeso de areniscas y materiales silíceos. La silicificación aumenta hacia la base.
- d) **Tipo Culco.** Perteneciente al ciclo superior. Constituido por depósitos superficiales, Cuaternarios, de óxido de Manganeso que cementa clastos de rocas andesíticas de todos tamaños y forma costras y concreciones sobre la actual superficie de erosión.
- e) **Tipo Carunabe.** Perteneciente al ciclo superior. Constituido por depósitos superficiales recientes en los que el óxido de Manganeso tapiza las grietas y superficie de erosión. Hay ejemplos de formación actual.

Génesis del Distrito. Genéticamente los yacimientos de esta provincia metalogénica se clasifican en primarios y secundarios. El origen de los yacimientos del grupo primario está relacionado con el volcanismo como fuente de aporte de Manganeseo. El Manganeseo, arrastrado por corrientes termales, fue transportado a cuencas altiplánicas lagunares de poca duración donde quedó sometido a los procesos de oxidación, disolución en aguas orgánicas y precipitación bioquímica de las soluciones de hidróxidos y carbonatos. Los yacimientos secundarios se formaron por una lixiviación posterior de los depósitos primarios que provocó la dispersión coloidal y la migración del Manganeseo que más tarde volvió a precipitarse formando mantos o rellenando grietas y fracturas de la actual superficie de erosión o envolviendo las rocas clásticas de su recubrimiento. Este último proceso se está generando todavía en la actualidad.

Con anterioridad se atribuía a los depósitos de esta provincia metalogénica un origen hidrotermal relacionado con la formación liparítica del Terciario.

Reservas del Distrito. Las reservas de esta provincia son importantes. Solamente en los yacimientos de Huachipato y Lluta se han cubicado más de un millón de toneladas al 24% de Manganeseo. Sin embargo la extraordinaria abundancia de sílice que alcanza hasta un 40% y las dificultades inherentes a su separación no han permitido insistir más en este punto.

2.- Provincia del Geosinclinal Andino. Esta Formación manganésífera se extiende desde el río Loa, paralelo 22° S., hasta el río Maipo paralelo 33° S., es decir, sobre unos 1.300 Km. de longitud que afecta a las provincias de Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Santiago y O'Higgins. Dentro de esta zona existe un núcleo central más mineralizado que abarca el Sur de la provincia de Atacama y la provincia de Coquimbo donde están los yacimientos manganésíferos más importantes de Chile representados por los Distritos Mineros de: Carrizal, Los Timbles, Arqueros, Lambert, Romero, La Liga, Arrayán, Corral Quemado y La Fragua.

Como características generales comunes a estos yacimientos señalemos:

- a) Su origen: aparentemente sedimentario.
- b) Su edad: Cretáceo Inferior.
- c) Su mineralización: principalmente del grupo de óxidos.
- d) Su gran extensión superficial.
- e) Su escasa potencia: 20 a 180 cm. de mineralización.
- f) Su composición irregular: manchones de alta ley (45 a 50 cm. de Manganeseo), y zonas pobres (20 a 30% de Mn).
- g) Su discontinuidad: aparecen cortados por numerosas fallas y por cuerpos intrusivos.

En esta provincia el Cretáceo está litológicamente representado por las formaciones siguientes:

1. Los Elquinos
2. Viñita
3. Quebrada Marquesa
4. Arqueros

Las dos inferiores, pertenecientes al Neocomiano, son las que contienen mantos mineralizados de Manganeso que se han explotado desde hace casi cien años. Las únicas explotaciones todavía activas en la actualidad: Los Loros, Corral Quemado y La Fragua pertenecen a la Formación de Quebrada Marquesa.

Estratigráficamente se conocen tres niveles manganesíferos que encajan en las rocas de las formaciones Qda. Marquesa y Arqueros y que corresponden a tres ciclos de depositación cronológicamente distintas: Ciclo Inferior, Medio y Superior.

El Ciclo Inferior, encajado en la Formación Arqueros, se manifiesta en los distritos de Carrizal, Las Timbles, Arqueros y Lambert. En los dos primeros situados en la provincia de Atacama, sobre el río Huasco, a unos 200 Km. al Norte de Arqueros, se observan algunas particularidades estratigráficas y tectónicas que los diferencian de los demás del ciclo y hacen dudosa la clasificación adoptada. En ellos los estratos de Manganeso están intercalados entre calizas y lavas andesíticas y afloran en unos 13 Km. con rumbo norteado al Este y manteos variables. Según Behncke (1944) estos afloramientos correspondían a la vertiente occidental de un anticlinal cuyo flanco oriental serían las calizas de las minas de hierro de Huantemé y Sositas. En cambio en los distritos de Arqueros y Lambert el manto mineralizado aparece entre areniscas rojas típicas de la Formación Arqueros que se encuentra plegada en un sinclinal rumbo NE. El manto manganesífero aflora 7 Km. en Arqueros, ala Nor-oriental del sinclinal, y 6 Km. en Lambert, ala Sur-oriental, y está muy bien definido. Tiene una potencia máxima de 2 m. con una mineralización lenticular que hace muy variable, lateralmente el contenido de Manganeso. La mineralización predominante es braunita.

El Ciclo Medio, encajado en la Formación Quebrada Marquesa se manifiesta en los distritos de Romero, La Liga, Arrayán, Corral Quemado y La Fragua a lo largo de una faja NS de unos 60 Km. de longitud que corre desde Qda. Marquesa al Norte hasta el río Hurtado al Sur, haciendo que sea éste el nivel más importante de esta provincia metalogénica, tanto desde el punto de vista de su extensión como desde el punto de vista económico de explotación.

Destacan entre los citados los distritos de Corral Quemado y La Fragua en los cuales los mantos mineralizados están contenidos en una secuencia de areniscas rojas de origen volcánico pertenecientes al tramo inferior de la Formación Qda. Marquesa. Esta secuencia, con un espesor de 5 a 15 m. se asienta sobre una base de conglomerados verdosos y andesitas porfiríticas brechosas que también aparecen en Qda. Marquesa. Los mantos mineralizados tienen una potencia que varía desde 0.3 a 2.0 m. y dentro de ellos la mineralización está representada por una serie de capas y de lentes que alternan con capas de areniscas produciendo una estructura bandeada que a veces parece maciza cuando disminuye la proporción de capas estériles. La potencia útil se reduce a 1 m. como máximo.

Características comunes a estos distritos, además de las ya expuestas, son las siguientes:

1. La mineralización es irregular. Hay zonas con un 50% de Manganeso y otras con 22%.
2. Existe concordancia entre las capas mineralizadas y la secuencia de areniscas que las contienen. También entre éstas y los demás estratos de la formación Qda. Marquesa.
3. Las areniscas están formadas por clastos angulosos y poco deformados por acarreo.
4. Los conglomerados y las areniscas verdes del piso pueden significar (según M. Zentilli—1963) una depositación en ambiente reductor.
5. No todas las areniscas rojas contienen Manganeso. Su color es debido a la presencia de limonita.
6. Se han encontrado (M. Zentilli) fósiles de vegetales continentales con indicios de acarreo. También algunas calizas fértidas.
7. Las fallas tectónicas, han producido el salto de las capas mineralizadas indicando que la mineralización tuvo lugar antes del plegamiento.
8. Las fracturas aparecen limpias de Manganeso, pero en cambio en las zonas fracturadas, aumenta la proporción de hierro que reemplaza en parte al Manganeso como si las fracturas hubieran dado paso a una actividad hidrotermal posterior y ferrífera, quizás relacionada con el batolito diorítico del Cretáceo Superior cuya intrusión originó los grandes depósitos de hierro de El Tofo, El Romero, etc.

9. La mineralización consiste en: braunita, manganita, pirolusita, psilomelano, hausmanita, hematita, magnetita.

Estas características definen un cuadro de sedimentación tranquila en aguas lagunares poco profundas con períodos alternados de actividad volcánica. La claridad de este cuadro se enturbia, sin embargo, si se considera que aunque no se han encontrado fósiles marinos, la composición química de los minerales es semejante a la de los de Nikopol de facies marinas.

**Ciclo Superior.** Los estratos mineralizados de este grupo parecen tener, no sólo poca continuidad, sino además poca extensión en los lugares dispersos en que aparecen.

Afloran en el distrito El Romero y en la mina Chamuscada del distrito La Fragua en extensiones del orden de los 100 m. El manto de arenisca roja que los contiene pertenece al tercio superior de la formación de Qda. Marquesa y tiene un espesor que no pasa de 1.70 m. La mineralización es lenticular y el conjunto ofrece poco interés económico.

**Génesis del Distrito.** La fuente primaria de Manganese parece fue debida al intenso volcanismo reinante durante el Neocomiano. La continuidad de la actividad volcánica hizo que la cuenca costera se fuese rellenando de lavas andesíticas haciendo subir su fondo y produciendo cuencas marginales de poca profundidad en los que las aguas se sobresaturaron de Manganese procedente de las erupciones terrestres y sub-marinas. Este Manganese, seguramente en forma de bicarbonato, resistió en disolución hasta que los compuestos húmicos que evitaban su precipitación fueron destruidos por acción bacteriana. Cuando ésto ocurrió, el Manganese se depositó en el fondo de la cuenca en forma de óxidos e hidróxidos. El sedimento así formado se recubrió por nuevas efusiones de lavas andesíticas y por aportes de clásticos continentales formados por erosión de los materiales volcánicos de los que provienen los estratos de areniscas rojas. Se restablecieron así las condiciones para que el ciclo genético se repitiese y se pudieran formar los mantos mineralizados correspondientes al ciclo medio antes descrito. Un tercer proceso similar a los anteriores, pero producido en cuencas pequeñas, aisladas y distantes pudiera haber dado lugar a las manifestaciones registradas para el ciclo superior.

Otra teoría es la de explicar los diferentes ciclos de mineralización por la precipitación del Manganese por evaporación seguida de efusiones volcánicas que lo recubrieron. Después vino una transgresión, con producción de sedimentos clásticos, seguida de un nuevo proceso de enriquecimiento y saturación del agua por

Manganeso volcánico procedente de otro período de actividad. La repetición del ciclo anteriormente expuesto dió lugar a la formación de los diferentes niveles manganesíferos.

En la clasificación mundial establecida por Varentsov para los yacimientos de Manganeso los de esta provincia metalogénica del Geosinclinal Andino corresponderían a los definidos como "Formación manganesífera sedimentario-volcánica de las facies porfiríticas". Las facies porfiríticas se caracterizan por el predominio de óxidos de Manganeso con un grado elevado de concentración y está relacionado, en general, con zonas geosinclinales.

Reservas del Distrito. Según un cálculo de reservas establecido el año 1954 la suma de tonelaje medido, indicado e inferido se descompone así:

1.900.000 ton. al 45<sup>o</sup>/o  
10.000.000 ton, al 27<sup>o</sup>/o

3.— Provincia de la Cordillera de la Costa de Chile Central Sur. Está constituida por una serie de yacimientos que se extienden en una amplia zona que abarca desde el paralelo 39°S, hasta el paralelo 40°S. Las características comunes son las siguientes:

- a) Su edad: Precámbrico.
- b) Su caja: rocas metamórficas.
- c) Su concordancia con los estratos de la roca encajadora.
- d) Su mineralización: predominan los silicatos (rodonita) sobre los óxidos.

Los diferentes yacimientos pueden agruparse en los siguientes tipos representativos:

1. Tipo Bellavista. Mantos poco inclinados encajados en esquistos micáceos con intercalaciones de cuarcitas. La mineralización de silicatos (rodonita) sufrió oxidación progresiva dando pirolusita.
2. Tipo Quetrahue. Bolones aluviales de Manganeso de origen hasta ahora desconocidos.

Génesis del Distrito. El origen primario del Manganeso es probablemente volcánico. Evidentemente se depositó en capas intercaladas entre los sedimentos clásticos que posteriormente, por metamorfismo dieron origen a la Formación de

esquistos micáceos y cuarcitas. No se conoce el comportamiento del Manganese durante el proceso de metamorfismo ni si éste perturbó las condiciones de los depósitos ya existentes o si por el contrario sirvió para enriquecerlos.

En la clasificación mundial de yacimientos de Manganese establecida por Varentsov los de esta provincia metalogénica corresponderían a los descritos como "Formaciones manganesíferas sedimentario-volcánicas de las facies de Esquistos Verdes". Las facies de Esquistos Verdes se caracterizan por el predominio de los silicatos sobre los óxidos con concentraciones de baja ley de Manganese y amplia dispersión en la Formación; está, en general relacionada con zonas geosinclinales y suele contener escasas reservas minerales.

4.— Yacimientos dispersos. Sin formar parte de ninguna provincia metalogénica tenemos los yacimientos de "Panimávida" y "Socorro" situados en la provincia de Linares a la altura del paralelo 35°. Son yacimientos de muy poca importancia, encajados en porfiritas y relacionados con el volcanismo. La mineralización consiste en un manto con impregnación de psilomelano.

### D. 3.— Yacimientos.

#### TARAPACA

Nº en Mapa	Coordenada	Departamento	Lugar:
1	Lat. 17°38.4' Log. 69°37.5'	Arica	Lugar: A 1,7 Km. al N. de la estación. Laguna Blanca, FF.CC. Arica-La Paz. Distrito Minero General Lagos. Nombre: Laguna Blanca. Descripción: Manto de areniscas, limolitas y tobas con potencia de 2 a 3 m. y con numerosas vetillas de óxido de Manganese de 0.5 a 5 cm. de espesor. Su rumbo y manteo es variable. El mineral se presenta con gran pureza. Ejemplos típicos son los yacimientos de Navidad (14) y Mónica (20). Cubicación: No se conoce.
2	Lat. 17°39' Log. 69°35'	Arica	Lugar: a 5.5 Km. al E. de estación Laguna Blanca, FF.CC. Arica-La Paz. Distrito minero: Gral. Lagos. Nombre: Quillere. Descripción: Manto con

Nº en	Mapa	Coordenada	Departamento	vetillas de óxido cuyos yacimientos típicos son los de Navidad (14) y Mónica (20). Cubicación: no se conoce.
3		Lat. 17°39.6' Log. 69°35.9'	Arica	<p>Lugar: a 37 Km. al E. de la estación Laguna Blanca, FF.CC. Arica—La Paz. Distrito Minero: Gral. Lagos. Nombre: Sicuni. Descripción: Sistemas en vetas de cuerpos tabulares de gran inclinación (75° a vertical) que rellenan fracturas encajadas en tobas y lavas cretácicas y en areniscas de la formación Huaylas del Cuaternario Inferior. La potencia varía de 10 a 20 cm. alcanzando los 30 cm. en los cruceros y disminuyendo gradualmente por estrangulamiento a los 3 o 5 m. de profundidad. La corrida es pequeña (5 a 10 m.) y la mineralización disminuye gradualmente desde la superficie. Laboreos: Zanja de 150 m<sup>2</sup> con 3 a 3.5 m. de profundidad. Además algunas canaletas o zanjas de varios cientos de metros con 2 a 3 m. de hondura. Leyes: Variables desde la superficie hasta los 3 m. donde desaparece la mineralización. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Este tipo de yacimiento no es muy abundante en el Depto. de Arica. El yacimiento Sicuni es el ejemplo típico del grupo "Yacimiento tipo Veta".</p>
4		Lat. 17°41.1' Log. 69°29.5'	Arica	<p>Lugar: a 5 Km. al SO. de Estación Laguna Blanca del FF.CC. Arica—La Paz. Distrito minero: Gral. Lagos. Nombre: Culco. Descripción: Sedimentos cuaternarios de areniscas con bolones cementados por óxidos de Manganeso. En la actual superficie de erosión de las pampas y arenas bajas del Altiplano aparecen en forma de costras. El material clástico es heterogéneo. Las rocas encajadoras son andesita, toba y materiales silicificados. Estos depósitos son abundantes. Potencia de 50 cm. máximo. Superficialmente 500 m<sup>2</sup> como máximo. Generalmente son afloramientos aislados que cubren 20 a 100 m. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: El yacimiento de Culco (Bofedales de Chislluma) y el yacimiento de Choquelimpie son los ejemplos típicos del grupo "Sedimentos</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	Modernos cementados por el óxido de manganeso".
5		Lat. 17°42' Log. 69°30'	Arica	<b>Lugar:</b> A 15 Km. al SE de estación Laguna Blanca del FF.CC. Arica—La Paz. <b>Distrito Minero:</b> Gral. Lagos. <b>Nombre:</b> Carhunabe. <b>Descripción:</b> El Oxido de Manganeso se presenta barnizando zonas relativamente amplias de diaclasas y rocas erosionadas que constituyen la actual superficie. Son yacimientos superficiales de relieve irregular cuyo espesor llega hasta 0.5 cm. Se encuentra en las zonas de menor pendiente del altiplano o donde existe un quiebre en la topografía. Las áreas son variables hasta 1.000 m <sup>2</sup> . <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> El yacimiento Carhunabe se presenta como ejemplo típico de este grupo. Este tipo de depósitos es muy abundante en toda la región altiplánica, pero estos yacimientos no presentan la posibilidad de una explotación económica, sería mejor clasificarlos como yacimientos de "Indicios manganésíferos".
6		Lat. 17°42' Log. 69°26.3'	Arica	<b>Lugar:</b> A 22 Km. al SE de estación Laguna Blanca del FF.CC. Arica—La Paz. <b>Distrito Minero:</b> Cosapilla. <b>Nombre:</b> Huallacallani. <b>Descripción:</b> Yacimiento tipo veta formado por cuerpos tabulares de gran inclinación, escasa corrida, poca profundidad y poca potencia. Ejemplo típico es el yacimiento Sicuni. <b>Cubicación:</b> No se conoce.
7		Lat. 17°44.5' Log. 69°42.8'	Arica	<b>Lugar:</b> A 14 Km. al SO de la estación Laguna Blanca del FF.CC. Arica—La Paz. <b>Distrito Minero:</b> Gral. Lagos. <b>Nombre:</b> Ancara. <b>Descripción:</b> Sedimentos cuaternarios de areniscas con bolones cementados por óxido de Manganeso. Ejemplos típicos son los yacimientos de Culco y Choquelimpie. <b>Cubicación:</b> No se conoce.
8		Lat. 17°50.3' Log. 69°21.9'	Arica	<b>Lugar:</b> A 20 Km. al E del FF.CC. Arica—La Paz. <b>Distrito Minero:</b> Cosapilla. <b>Nombre:</b> Ancapujo.

N° en Mapa	Coordenadas	Departamento	Descripción: Los óxidos de Manganeso se presentan barnizando zonas amplias de diaclasas y rocas superficiales erosionadas. Ejemplo típico es el yacimiento Caribunabe. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Este yacimiento no presenta posibilidades de explotación económica, sólo tiene indicios de Manganeso.
9	Lat. 17°52' Log. 69°37'	Arica	Lugar: Quebrada Chuquiananta a 6 Km. al E del FF.CC. Arica-La Paz. Distrito Minero: Ancolacani. Nombre: Ancolacani. Descripción: Yacimiento tipo veta constituido por cuerpos tabulares, normalmente de gran inclinación, escasa corrida y poca profundidad. Ejemplo típico es el yacimiento Sicuni. Cubicación: No se conoce.
10	Lat. 17°52.8' Log. 69°41'	Arica	Lugar: Cerca kilómetro 154 del FF.CC. Arica-La Paz. Distrito Minero: Ancolacani. Nombre: Kilómetro 154. Descripción: Sedimentos cuaternarios de variada granulometría cementados por óxidos de Manganeso. Ejemplos típicos son los yacimientos de Culco y Choquelimpie. Cubicación: No se conoce.
11	Lat. 17°53' Log. 69°40'	Arica	Lugar: Cerca del kilómetro 152 del FF.CC. de Arica-La Paz. Distrito Minero: Ancolacani. Nombre: Abundancia. Descripción: Mantos horizontales y superficiales, de mineralización maciza y mezclada con clastos de materiales estériles. Ejemplo típico es el yacimiento Huachipato. Cubicación: No se conoce.
12	Lat. 17°58.6' Log. 69°29'	Arica	Lugar: Qda. Allane, 19 Km. de la estación Alcérreca del FF.CC. Arica-La Paz. Distrito Minero: Coronel Alcérreca. Nombre: Pascual. Descripción: Vetillas mineralizadas con óxidos cuyo conjunto forma un manto u horizonte. Ejemplos típicos son los yacimientos Navidad y Mónica. Cubicación: No se conoce.

Nº en	Coordenadas	Departamento	Lugar: En Qda. de Allane. Distrito Minero: Coronel Alcérreca. Nombre: E. de Mina Navidad. Descripción: Mantos horizontales y superficiales de mineralización maciza y mezclada con clastos de materiales estériles. Ejemplo típico es el yacimiento Huachipato. Cubicación: No se conoce.
13	Lat. 18°00' Log. 69°36.7'	Arica	
14	Lat. 18°00' Log. 69°38'	Arica	Lugar: En la Qda. Allane. Distrito Minero: Coronel Alcérreca. Nombre: Navidad. Descripción: Mantos constituídos por areniscas, limolitas y tobas de la formación Huaylas del cuaternario inferior en las que encajan numerosas vetillas de óxido de Manganeso muy puro. La potencia media de los mantos es de 2 a 3 m. pero alcanza hasta 12 m. en el yacimiento Navidad. Los mantos son variables predominando los sub—horizontales. Las vetillas mineralizadas tienen una potencia de 0.5 a 5 cm. llegando raramente a los 20 cm. y están separadas entre si por capas de esteril de 2 a 90 cm. de espesor. El conjunto presenta una estructura que va desde maciza a bandeada. El desarrollo lateral de las vetas es pequeño, se interrumpe en pocos metros, y son reemplazadas por otras con las que no guarda relación estructural. El conjunto de la formación alcanza solamente a los 40 a 50 m. de profundidad desde la superficie. Laboreos: El yacimiento está reconocido por laboreos irregulares en unos 300 m. a lo largo de su afloramiento. Están constituídas por algunos tajos abiertos, un socavón de longitud reducida y algunos frentes de arranque (caserones). Leyes: Promedio 46°/o Mn. Cubicación: 7.000 tons. Conclusiones: El yacimiento Navidad es ejemplo típico en su grupo y presenta buenas condiciones económicas.
15	Lat. 18°02' Log. 69°39.3'	Arica	Lugar: a 4.5 Km. al S de la estación Coronel Alcérreca, en el río Lluta. Distrito Minero: Coronel Alcérreca. Nombre: Rosario. Descripción: No se conoce. Cubicación: No se conoce.

Nº en

Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
16	Lat. 18°03' Log. 69°41'	Arica	A 6 Km. al SE de la estación Coronel Alcérreca, qda. Cauila. Distrito Minero: Coronel Alcérreca. Nombre: Km. 130 (Rosario). Descripción: Mantos masivos. Ejemplo típico es el yacimiento de Huachipato Cubicación: No se conoce.
17	Lat. 18°03.5' Log. 69°38.7'	Arica	Lugar: En el Dist. Minero Coronel Alcérreca. Nombre: Huachipato. Descripción: Mantos sub-horizontales superficiales de 0,30 m. a 0.40 m. de potencia constituídos por materiales clásticos estériles cementados por una mineralización maciza de óxido de Manganese. Las corridas visibles son del orden de 200 a 400 m. con una extensión transversal de unos 50 m. La mineralización no es regular, siempre aparece mezclada, aun a escala microscópica, con abundante sílice criptocristalina y amorfa y con numerosos fragmentos de materiales volcánicos cuya proporción aumenta hacia la base del manto. La capa superficial es la de más ley con numerosas oquedades ricas en óxido. Lateralmente el yacimiento degenera al aumentar el tamaño de los clastos y convertirse el manto en brechas y conglomerados cuyos trozos, generalmente de lavas cuaternarias, tienen hasta 30 cm. de diámetro. Estos aparecen recubiertos superficialmente por óxidos haciendo difícil determinar los límites del yacimiento. Los yacimientos de este tipo corresponden a remanentes erosionados de antiguos mantos de mayor extensión y se encuentran en las pampas altiplánicas en las zonas de menor pendiente y recubiertos por una capa delgada de 1 a 3 m. de espesor constituída por clastos de lavas y tobas. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: El yacimiento Huachipato es ejemplo típico en su grupo. Presenta buenas condiciones económicas.

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
18	Lat. 18°02.9' Log. 69°38.7'	Arica	En el río Lluta 76 Km. al NE de Puquío. <b>Nombre:</b> Lluta. <b>Descripción:</b> Manto sub—horizontal encajado en toba riolítica. <b>Yacimiento</b> tipo Huachipato. <b>Cubicación:</b> No se conoce.
19	Lat. 18°03.6' Log. 69°11.5'	Arica	En el río Caquena 18 Km. al N. del Lago Caquena y cerca del Yac. Mónica. <b>Nombre:</b> Caquena. <b>Descripción:</b> Manto sub—horizontal encajado en areniscas y capas de Kieselgur. <b>Yacimiento</b> tipo Mónica. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> (Yacimientos Metálicos de Chile. IIG).
20	Lat. 18°05.0' Log. 69°14.6'	Arica	En el Dist. Minero Payachatas. <b>Nombre:</b> Mónica. <b>Descripción:</b> Manto constituido por una serie de vetillas mineralizadas con óxido de Manganeso que encajan en areniscas, limonita y tobas de los tramos medios inferior de la formación Huaylas. Los rumbos y manteos son variables predominando las vetas sub—horizontales con desarrollo lateral pequeño que terminan y son reemplazadas por otras con las que no guardan relación estructural. La mineralización es de estructura maciza a bandeada y su ley se empobrece en la base de las vetas por la presencia de fragmentos líticos de hasta 0.5 cm. La profundidad del conjunto no pasa de 40 m. a 45 m. desde la superficie. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Junto con la mina Navidad constituye ejemplo típico de su grupo. Buenas perspectivas para su explotación.
21	Lat. 17°45' Log. 69°30' Lat. 18°15' Log. 71°45'	Arica	Las manifestaciones abarcan 60 Km. a lo largo del FF.CC. Arica—La Paz desde estación de Puquíos hasta la frontera con Bolivia entre 4.000 y 5.000 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Julia, Soledad de Chaca, Santo Domingo, El Salar, Casa Grande. <b>Descripción:</b> Son vetas, vetillas, mantos de reemplazo, lentes y sedimentos emplazados en la formación liparítica o riolítica del Terciario. La

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
22	Lat. 18°17' Log. 69°17.6'	Arica	<p>mineralización es principalmente psilomelano con algo de braunita. Los afloramientos se pierden bajo lavas volcánicas modernas superpuestas a la Formación del Terciario. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> En el año 1961 se le adjudicaba un buen porvenir a la zona. <b>Antecedentes:</b> ENAMI, Nº 1011, año 1961.</p> <p><b>Lugar:</b> 10 Km. al SO del lago Cotacotani que dista 120 Km. al E de Arica. <b>Distrito Minero:</b> Tignamar. <b>Nombre:</b> Choquelimpie. <b>Descripción:</b> Sedimentos modernos (Cuaternarios) representados por clastos de andesitas, tobas y materiales silicificados con óxido de Manganeso que configuran una especie de costra sobre la actual superficie de erosión. La carencia en el distrito de Tignamar y en el departamento de Arica de rocas manganosíferas hace poco probable que estos yacimientos tengan un origen en un proceso de lixiviación o meteorización. Todo hace suponer que el Manganeso primario procede de fenómenos volcánicos. <b>Cubicación:</b> No se conoce, son de poca importancia. <b>Conclusiones:</b> Con el yacimiento de Culco constituyen ejemplos típicos de este grupo.</p>
23	Lat. 18°38' Log. 69°26.4'	Arica	<p><b>Lugar:</b> Qda. Tignamar, 90 Km. (línea recta) al E de Arica. <b>Distrito Minero:</b> Tignamar. <b>Nombre:</b> Churicalá. <b>Descripción:</b> Yacimiento del tipo "Barnices de óxido de Manganeso". Ejemplo típico el yacimiento de Carunabe. <b>Cubicación:</b> No se conoce.</p>
24	Lat. 18°38.6' Log. 69°25"	Arica	<p><b>Lugar:</b> Qda. Tignamar a unos 92 Km. (línea recta) al E de Arica. <b>Distrito Minero:</b> Tignamar. <b>Nombre:</b> Capitana. <b>Descripción:</b> Sistema de vetas de gran inclinación encajadas en areniscas del Cuaternario Inferior. Ejemplo típico es el yacimiento de Sicuni. <b>Cubicación:</b> No se conoce.</p>

Nº en

Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
25	Lat. 18°44.8' Log. 69°15.8'	Arica	18 Km. SO del Salar de Surire al E. de Arica. Distrito Minero: Umirpa. Nombre: Anocarire. Descripción: Yacimiento del tipo "Barnices de óxido de Manganeso". Ejemplo típico el de Carunabe. Cubicación: No se conoce.
26	Lat. 18°45.8' Log. 69°21.8'	Arica	25 Km. SO del Salar de Surire, Qda, Umirpa. Distrito Minero: Umirpa. Nombre: Umirpa. Descripción: Yacimiento del tipo "Barnices de óxido de Manganeso". Ejemplo típico es el de Carunabe. Cubicación: No se conoce.
27	Lat. 18°54' Log. 69°06.4'	Arica	Lugar: Al S. del salar de Surire, al interior de Arica. Distrito Minero: Tagurire—Surire. Nombre: Surire. Descripción: Yacimiento de sedimentos modernos (Cuaternarios) de variada granulometría, cementados por óxidos de Manganeso. Ejemplo típico son los yacimientos de Culco y Choquelimpie. Cubicación: No se conoce.
28	Lat. 18°54.4' Log. 69°15'	Arica	Lugar: Río Tagurire, a 12 Km. al O del salar de Surire, al E de Arica. Distrito Minero: Tagurire—Surire. Nombre: Tagurire. Descripción: Yacimiento del tipo de "Barnices de óxidos de Manganeso". Ejemplo típico es el de Carunabe. Cubicación: No se conoce.
29	Lat. 19°03.6' Log. 69°14.6'	Arica	Lugar: A 24 Km. al SE del salar de Surire, en el río Caritaya. Distrito Minero: Aritaya. Nombre: Caritaya. Descripción: Yacimiento del tipo mantos constituídos por vetillas. Ejemplos típicos son las minas de Navidad y Mónica. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Presenta buenas condiciones económicas.

## ANTOFAGASTA

- | Nº en | Mapa | Coordenadas                    | Departamento |   |
|-------|------|--------------------------------|--------------|---|
| 30    |      | Lat. 21°03'<br>Log. 68°44.8'   | El Loa       | <p><b>Lugar:</b> En Qda. Chiglla, al SO del grupo La Grande a 5 Km. al SO de la estación de FF.CC. Collahuasi.</p> <p><b>Distrito Minero:</b> M. de Chiglla. <b>Nombre:</b> Moctezuma. <b>Descripción:</b> Veta de rumbo NS y manto vertical encajada en dacita. Aflora en forma continua en una extensión de 500 m. con un ancho de hasta 30 m. Además de la veta principal Moctezuma, existen otras constituídas principalmente por cuarzo con algunas fajas mineralizadas que permitirían una explotación con escogido a mano. La paragénesis que se encuentra es Braunita, Psilomelano, Piritita, Ag, Au. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) CORFO, 312 (1945); b) Ruiz, C., Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile, 1965 (IIG).</p> |
| 31    |      | Lat. 21°03'<br>Log. 68°44.8'   | El Loa       | <p><b>Lugar:</b> En Qda. Chiglla al SO del grupo La Grande a 5 Km. al SO de la estación de FF.CC. de Collahuasi. <b>Distrito Minero:</b> M. de Chiglla. <b>Nombre:</b> Trinidad. <b>Descripción:</b> Veta de rumbo N80°O y manto de 35°N. encajada en dacita. Es menos importante que la veta Moctezuma. Sus minerales tienen más oro que los demás distritos. <b>Paragénesis:</b> Braunita, Psilomelano, Piritita, Ag, y Au. <b>Leyes:</b> 15,3°/o Mn; Ag 806 gr/tn. Au 2.37 gr/tn. <b>Cubicación:</b> Existen expectativas de grandes tonelajes. <b>Antecedentes:</b> a) CORFO 312, (1945); b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).</p>  |
| 32    |      | Lat. 22°33.8'<br>Log. 68°28.5' | El Loa       | <p><b>Lugar:</b> En el Cerro Tuina a 48 Km. al O de Calama. <b>Distrito Minero:</b> Tuina. <b>Nombre:</b> Tuina. <b>Descripción:</b> Varias vetas de rumbo general N30°O con manto vertical encajadas en vulcanita andesítica y la paragénesis es: Braunita, Piritita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).</p>  |



Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
33		Lat. 23°6.3' Log. 69°4.6'	Antofagasta	Cerro Caracoles 40 Km. al SO de la estación de FF.CC. de Sierra Gorda. <b>Distrito Minero:</b> Caracoles. <b>Nombre:</b> Fortuna. <b>Descripción:</b> Predominan dos sistemas de vetas: uno rumbo N 80°E con manteo de 75° S y otro con rumbo 55° NO y manteo vertical. Las rocas encajadoras son calizas, andesitas y brechas andesíticas. La paragénesis predominante es Brau, Psilomelano, Pirita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
34		Lat. 23°6.3' Log. 69°4.6'	Antofagasta	Cerro Caracoles a 40 Km. al SO de la estación de FF.CC. de Sierra Gorda. <b>Distrito Minero:</b> Caracoles. <b>Nombre:</b> Manganeso. <b>Descripción:</b> Dos sistemas de vetas como los de Fortuna de este mismo Distrito Minero. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
35		Lat. 24°47.8' Log. 70°5'	Taltal	Entre las sierras El Muerto y Pedro Montt a 34 Km. al SO de la estación de FF.CC. Los Vientos y a 129 Km. de Taltal. <b>Distrito Minero:</b> San Juan. <b>Nombre:</b> Dulia - Gladys. <b>Descripción:</b> Veta con rumbo N40° a 60° E y manteo 60° NO encajada en Andesita. Aflora en una pampa con potencia de 2.50 m. <b>Paragénesis:</b> Manganeso, Pirita. <b>Laboreos:</b> Reconocida por más de 1 Km. de extensión, con piques de hasta 20 m. <b>Leyes:</b> Mn 40-50%/o. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Habría posibilidades futuras. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG). b) ENAMI 2358 (1941).
36		Lat. 25°56' Log. 70°03'	Chañaral	En la sierra El Colmo a 25 Km. al O de la estación José Joaquín Pérez y a 35 Km. al SO de la estación Altamira. <b>Nombre:</b> Mina Soledad. <b>Descripción:</b> Vetas de Manganeso rumbo N 30° 35° O que afloran sobre unos 300 m. encajadas en porfirita. La paragénesis es Hematita, Pied. Brau, nita, Psilomelano. De arriba a abajo se tiene: a)

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

Recubrimiento de material de acarreo con espesor de 0.20 a 2 m. b) Zona lixiviada, en que el Manganeseo se presenta en núcleos rodeados de una masa arcillosa. El mineral es de alta ley. c) Zona de cementación que alcanza espesores de 8 a 10 m. con una potencia irregular que depende de la mayor o menor permeabilidad de las capas superiores. Hay lugares en que la veta tiene 1.5 m. de potencia y otras en que se reduce a unos pocos centímetros. Esta zona es la que ofrece mayores expectativas para su explotación. d) Zona basal, reconocida por algunas labores en las que la veta se presenta en forma compacta y potencia uniforme con un término medio de 10 a 15 cm. Laboreos: A lo largo de la corrida se han abierto numerosos piques y tajos superficiales. A los 15 o 20 m. de profundidad la veta se estrecha hasta límites anti-económicos de explotación. En un pique de 30 m. los últimos 10 m. cruzan una zona ferruginosa. Tanto el mineral de Manganeseo (braunita) con el hierro que forman la mineralización en este sector, indicarían un estado de diferenciación primaria, lo que resta importancia a la mina en este sector. **Leyes:** Mineral escogido da 48,5% de Mn. **Posibilidades:** Escasas, pues las vetas se estrechan en profundidad aunque las leyes son altas. **Antecedentes:** CORFO 177 (1942).

37

Lat. 26°46'

Chañaral

Log. 69°40'

Lugar: En la sierra el Pinto, 1 Km. al S de la mina de cobre Panulcillo, a unos 25 Km. en líneas recta al O de Inca de Oro, estación del FF.CC. Longitudinal Norte y a una altitud aproximada de 3.000 m. Nombre: El Pingo. Descripción: Veta rumbo NS y manteo 50° O que corta la formación de areniscas rojas de grano fino siguiendo la máxima pendiente de un faldeo de unos 200 m. de altura. El relleno consiste en óxidos de Manganeseo en forma de bolsones con ganga de calcita en algunos puntos. La potencia media se puede estimar en 30 cm. Laboreos:

Nº en

Mapa      Coordenadas      Departamento      Chiflones en 100 m. de la corrida con profundidad máxima de 25 m. **Leyes:** ley media 46% Mn. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** CORFO 180 (1942).

#### ATACAMA

38      Lat. 27°2.2'      Copiapó      **Lugar:** Aguada de los Pajaritos. **Nombre:** Manganeso del Carmen. **Descripción:** Yacimiento vetiforme con rumbo N 20° O y manteo 80°-90°SO encajado con andesita y sedimentos andesíticos. Su paragénesis es Braunita, Pied, Psilomelano. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (I.I.G.)

39      Lat. 27°08'      Copiapó      **Lugar:** Sierra Cachiyuyo de Llampos, en un cordón de cerros situados a unos 6 Km. al N del cerro Mesanaso. **Nombre:** Basilea (100 Hás.). **Descripción:** Veta de óxido de Manganeso (Psilomelano), en ganga de cuarzo, con rumbo NS y manteo casi vertical. Potencia media útil de 60 cm. Corrida visible de unos 300 m. Se trata de un yacimiento de reemplazo en rocas porfíricas con relleno poco homogéneo y discontinuo. **Laboreos:** Un antiguo pique de reconocimiento en un costado de la veta. **Leyes:** Del orden de 41,5% y 30% de Mn. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** a) ENAMI 3229 (1941); b) CORFO 16 (1941).

40      Lat. 27°16'      Copiapó      **Lugar:** En la sierra vecina a la estación de Chulo del FF.CC. Longitudinal y del lado NO de este punto distante 5 Km y 32 Km de Copiapó por un camino regular de auto. De la línea férrea dista sólo 3,5 Km. **Nombre:** Pirolusita (75 Há.). **Descripción:** Yacimiento constituido por dos sistemas de vetas de rumbo N45°E el primero y N60°E el segundo con manteos casi verticales. Las corridas son visibles en una extensión de 2 Km. La potencia de las vetas varía de 0,30 m. a más de 1 m. La mineralización parece corresponder a un reemplazo en las calizas lo que explica la forma irregular de las vetas. El Manganeso se presenta al estado de

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

pirolusita con ganga ferruginosa. Labores: Existen varios labores superficiales. La veta principal ha sido reconocida hasta una profundidad de 7 m. No existen labores que permitan asegurar la continuidad en profundidad. Solo se han explotado aquellos puntos que daban mineral de venta directa. Leyes: De unas 160 ton. de mineral extraído se obtuvo una ley media de 47,80% de Mn. previo ligero escogido. Un análisis de la ganga dió: CuO 1%; PO 0,8%; SO 0,6%; ZN 0,9% Fe 1,95%; SiO<sub>2</sub> 9,3%; Al 1,41%. Cubicación: No hay mineral a la vista. El mineral probable puede estimarse en 10.000 tons. con leyes superiores al 40% siempre y cuando las demás vetas del sistema tuviesen idénticas mineralizaciones que la veta principal. Conclusiones: 1) Considerando que la tolerancia del mercado es del orden de: PO 15%-0,25%; Cu O 0,3%-0,15%; Zn hasta 1% se ve que este mineral se presta para la exportación. 2) Los resultados obtenidos justifican un plan de reconocimiento. Antecedentes: a) CORFO 13 (1942); b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).

41

Lat. 28°05'

Copiapó

Log. 70°22'

Lugar: Sierra Los Sapos a 100 Km. al S de Copiapó a unos 25 Km. al E de la estación Punta de Díaz del FF.CC. Nombre: Murray (30 Há). Descripción: Yacimiento constituido por pequeños lentes de Manganeso de potencia útil entre 0.15 a 0.30 m. encajadas en una veta con rumbo N40° E, manteo 40°-50° E y potencia de 1 m. La corrida visible alcanza a 250 m. El resto está cubierto por acarros. La mineralización es de óxido de Manganeso. El mineral de mejor ley se encuentra cerca de la superficie. A poca profundidad (4-6 m.) la mineralización se presenta muy irregular. Labores: Algunos tajos (1941-1942) donde se extrajeron 217 ton. de ley media 44,25% Mn. Leyes. Algunas muestras han dado:

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
			31,20/o, 30,450/o, 45,300/o de Manganeso. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: ENAMI 3399 (1943).
42	Lat. 28°19.4' Log. 70°50'	Huasco	Lugar: A 10 Km. al SE del aeropuerto civil—militar de Pampa Tololo. Nombre: Cautiva. Descripción: Manto rumbo N20°E y manteo 70° O encajado en caliza. La paragénesis está formada por Hematita, Brau, Psilomelano. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
43	Lat. 28°20" Log. 70°50.5'	Huasco	Lugar: En el cerro Colorado al S del yacimiento Cautiva. Nombre: La Negra. Descripción: Manto rumbo N20°E y manteo 70° O encajado en caliza. La paragénesis es Hematita, Braunita, Psilomelano. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
44	Lat. 28°20" Log. 70°50'	Huasco	Lugar: Sierra de Los Manganesos. Nombre: Porvenir, Bruja, Rocia, Escocia. Descripción: Mantos tipo Coquimbana y La Negra. Laboreos: Escasos. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Su explotación solo se justificaría al hacerlo para todo el sector. Antecedentes: Leiding, "Estudio General sobre Manganeso en Chile, 1940".
45	Lat. 28°22.3' Log. 70°51.8'	Huasco	Lugar: Adyacente a la mina La Negra en Cerro Colorado. Nombre: Coquimbana. Descripción: Manto rumbo N30° E y manteo 70°–90° O encajado en caliza y pedernal. Paragénesis de (Hematita, Brau, Psilomelano). Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile 1965 (IIG). ENAMI 33920.
46	Lat. 28°24" Log. 70°54'	Freirina	Lugar: En la Sierra de la Caminada a unos 20 Km. en línea recta al O de la ciudad de Vallenar, cerca del límite departamental y a 525 m. de altura. Nombre: Elisa, Huasquina. Descripción: Veta con

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
47	Lat. 28°24.8' Log. 70°53'	Huasco	<p>rumbó N5°E; y manteo de 60° E con potencia de 0.20 a 1 m. La corrida se observa en más de 800 m. Parece ser la continuación hacia el Sur de las minas Coquimbana, Negra, etc. La mineralización consiste principalmente en óxido de Manganeso, braunita (Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Laboreos: Superficiales sobre el afloramiento, el tajo más profundo no alcanza a 8 m. de profundidad. Leyes: Tajo N° 1-28°/o Mn; Tajo N° 2-26,8°/o Mn; Tajo N° 3-41,3°/o Mn; Tajo N° 4-44,0°/o Mn; Tajo N° 5-19°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: (CORFO 178 (1941).)</p> <p><b>Lugar:</b> En cerro Linderos al S del cerro Colorado y de la mina Coquimbana. <b>Nombre:</b> Venus. <b>Descripción:</b> Manto con rumbo N30°E. y manteo 30° O encajado en caliza. Paragénesis con (Hematita, Brau, Psilomelano. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).</p>
48	Lat. 28°49' Log. 71°07'	Huasco	<p><b>Lugar:</b> Cerro Morado Viejo. <b>Nombre:</b> Las Timbles. <b>Descripción:</b> Manto rumbo N65° E y manteo variable entre 15° - 65° NO, encajado en caliza. Paragénesis Braunita, Mn, Psilomelano. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C. Geol y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG)</p>
49	Lat. 29°10' Log. 70°54'	Huasco	<p><b>Lugar:</b> Sierra Algarrobo de la Plata. <b>Nombre:</b> Alicia. <b>Descripción:</b> Veta con rumbo N60° O y manteo 25°-40° S. La corrida a la vista es de unos 50 m. Laboreos: Trabajos superficiales sobre los afloramientos de 1 m. de profundidad. El mineral de Manganeso se presenta en núcleos separados por zonas estériles descompuestas. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 33604 (1941).</p>

## COQUIMBO

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar: Qda. Marquesa. Nombre: Barrancones.
50	Lat. 29°16.2' Log. 70°55.5'	La Serena	<b>Descripción:</b> Yacimiento vetiforme con rumbo N10° 20' O con manteo 10° O encajado en areniscas tobáceas. <b>Paragénesis:</b> (Braunita, Mn, Psilomelano, Piritita). <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
51	Lat. 29°19' Log. 70°58'	La Serena	<b>Lugar:</b> 8 Km. al N de la estación Tres Cruces del FF.CC. Longitudinal Norte. <b>Nombre:</b> San Antuco. (50 Hás). <b>Descripción:</b> Cuatro vetas encajadas en porfiritita con potencia media de 0.25 m. rumbo N50°-60° O y manteo 60°-90° S. Son visibles por 60-100 m. Mineralización regular de braunita dura. <b>Laboreos:</b> Sólo picados, uno llega a 10 m. <b>Leyes:</b> 44% Mn. <b>Antecedentes:</b> ENAMI, 4003 (1941)
52	Lat. 29°19.2' Log. 70°54.4'	La Serena	<b>Lugar:</b> Sierra Tres Cruces. <b>Nombre:</b> Leda. <b>Descripción:</b> Lentes irregulares y vetillas encajadas en andesita. <b>Paragénesis:</b> Braunita y Piritita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
53	Lat. 29°22' Log. 70°51.5'	La Serena	<b>Lugar:</b> Sierra Tres Cruces, 84 Km. al N de La Serena y 12 Km. al E de la Carretera Panamericana, a 4 Km. de Tres Cruces. <b>Nombre:</b> Placetones (50 Hás.) <b>Descripción:</b> Dos vetas principales con rumbo N 2°18' O y potencia de 0.5 a 0.40 (Potencia media 0.15 m.) encajados en porfirititas. La mineralización es lenticular. <b>Laboreos:</b> La veta San Juan ha sido trabajada en una profundidad de 15 - 20 m. sobre 100 m. de corrida (1942-1943). <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4125.
54	Lat. 29°40' Log. 71°01'	Coquimbo	<b>Lugar:</b> Estancia El Manzano, a 46 Km. al N de Coquimbo. <b>Nombre:</b> Dos Amigos. <b>Descripción:</b> Capa de areniscas calcáreas de varios metros de espesor que corre con rumbo N 30° O y manteo

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
			30° NO. Descansa sobre una base de porfírita intrusiva macrocristalina y que está cubierta por conglomerados porfiríticos. Aflora unos 500 m. al E y al O de esta Formación existen otros afloramientos de menor importancia. El Manganeseo se presenta en dos mantos dentro de la arenisca. El inferior con 0.30 m. de potencia y el superior, separado 1 m. con un espesor máximo de 0.12 m. La mineralización lenticular consiste en hausmanita y pirolusita y algo de rodonita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4312.
55	Lat. 29°48.5' Log. 70°56.1'	La Serena	<b>Lugar:</b> A 30 Km. al SE de estación FF.CC. Lambert. <b>Nombre:</b> Arrayanes. <b>Descripción:</b> Mantos que afloran en 600 m. de corrida con manteo 20° O encajados en arenisca y andésita. <b>Laboreos:</b> Solo algunos escarpes y picados. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> No es comercial su explotación y no es probable que mejore su ley a profundidad. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Met. de Chile, 1965 (IIG); b) Leiding, "Manganeseo Chileno" (1940).
56	Lat. 29°48.8' Log. 71°1.8'	La Serena	<b>Lugar:</b> <del>Nombre:</del> Leoncito. <b>Descripción:</b> Manto rumbo N40° O y manteo 25° SO encajado en areniscas y andesitas. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> 1) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
57	Lat. 29°50' Log. 70°55'	Elqui	<b>Lugar:</b> En Qda. Las Cañas. <b>Nombre:</b> Las Cañas. <b>Descripción:</b> Manto extenso de 2 m. de potencia constituido por arcillas ferruginosas impregnado con Manganeseo. <b>Laboreos:</b> Socavones de reconocimiento. <b>Leyes:</b> 25% Mn. <b>Cubicación:</b> Unas 500.000 tons. posibles. <b>Antecedentes:</b> Leiding, "Manganeseo Chileno" (1940).
58	Lat. 29°50' Log. 71°06'	La Serena	<b>Lugar:</b> En la sierra de Tunilla en una quebrada, tributaria de la Qda. del Arrayán que desemboca en la de Sta. Gracia frente a la Estación de Lambert. <b>Distrito Minero:</b> Lambert. <b>Nombre:</b> La Escondida.

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	Descripción: Manto rumbo N y manteo 15° E con 0.80 a 1.5 m. de potencia encajado en concordancia con rocas porfiríticas. En el manto existen dos capas de Manganeso (braunita) de 0.10 a 0.40m. de espesor separados por otras de porfirita alterada. En algunos lugares de mineralización se empobrece por la abundancia de clastos estériles. El afloramiento visible es de 300 m. pero hay manifestaciones a varios kilómetros al N y al E de los laboreos. Laboreos: El manto se ha reconocido y explotado en unos 20 lugares por tajos superficiales. Sólo una labor profundiza en forma de chiflón a 36 m. Leyes: Promedio 46% Mn y 2,06% Cu. Cubicación: Mineral posible es de unas 3.000 tons. métricas sobre una profundidad de 5 m. Conclusiones: Los trabajos que se han realizado en estos yacimientos han puesto de manifiesto la regularidad de la calidad del mineral a lo largo de la corrida. A profundidad mejora notablemente por abarcar la mineralización todo el ancho del manto. Por sus características geológicas, este yacimiento es similar al de Grace, en las Cañas, cuya mineralización se mantiene normal aún a más de 200 m. de profundidad. La principal dificultad con que se tropieza en la explotación es el contenido de cobre, pues la tolerancia comercial máxima es de 0.20% para este metal. La mineralización de cobre presenta tres características: 1) Disminuye en los mantos superiores. 2) Aumenta a profundidad dentro de los mantos. 3) Aparece intimamente ligado al Manganeso. Esto obliga a mezclar estos minerales con otros de baja ley de cobre para obtener un común del orden de 0.20%. Antecedentes: CORFO 7 (1942).
59		Lat. 29°51' Log. 71°05'	La Serena	Lugar: Sierra Lambert a unos 5 Km. de la estación del mismo nombre y a unos 35 Km. al N del puerto de Coquimbo. Distrito Minero: Lambert. Nombre: San Luis (100 Há.) Descripción: Yacimiento formado por varias vetas

Mapa	Coordenadas	Departamento	
			encajadas en porfiritas. La principal situada a nivel superior, corre con rumbo $N15^{\circ}O$ , manteo $20^{\circ}25^{\circ}E$ y potencia media de 0.40 m. Aflora en 500 m. (reconocidos unos 100 m.). En la veta hay zonas mejor mineralizadas separadas por otras más pobres. En la superficie hay guías intercaladas en la roca encajadora, pero a profundidad la veta es maciza. La mineralización consiste en óxido de Manganeso predominando pirolusita. <b>Laboreos:</b> No alcanzan a 10 m. de profundidad. La explotación de esta mina se ha hecho al piquén, por lo que no ha llevado un plan determinado de reconocimiento ni de explotación. <b>Leyes:</b> Se han tomado varias muestras en la zona mineralizada cuyos resultados son: $36\%$ Mn mínimo y $44,5\%$ Mn máximo. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4079 .
60	Lat. $29^{\circ}51'$ Log. $71^{\circ}05'$	La Serena	<b>Lugar:</b> A 18 Km. al NE de La Serena. <b>Distrito Minero:</b> Lambert. <b>Nombre:</b> Alto San Luis. <b>Descripción:</b> Mantos de pirolusita relacionados con mantos de crisocola y malaquita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Recursos Minerales del Norte de Chile.
61	Lat. $29^{\circ}51'$ Log. $71^{\circ}05'$	La Serena	<b>Lugar:</b> A 18 Km. al NE de La Serena. <b>Distrito Minero:</b> Lambert. <b>Nombre:</b> Jamelas. <b>Descripción:</b> Mantos mineralizados con pirolusita relacionados con mantos de crisocola y malaquita. <b>Leyes:</b> Una muestra dió $49\%$ Mn. <b>Antecedentes:</b> Recursos Minerales del Norte de Chile.
62	Lat. $29^{\circ}56'$ Log. $70^{\circ}54'$	Elqui	<b>Lugar:</b> A 15 Km. al N de la estación Marquesa del FF.CC. La Serena—Rivadavia y a 70 Km. de La Serena a 900 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Distrito El Romero. <b>Descripción:</b> Manto sedimentario de rumbo NS y manteo $45^{\circ}O$ formado por dos capas manganosíferas de 0.3 a 3 m. de potencia separadas por una capa de arcilla de 2 a 10 m. de espesor. Mineralización de psilomelano pirolusita y algo de braunita, observándose un enriquecimiento en las

N° en Mapa	Coordenadas	Departamento	
63	Lat. 29°53.7' Log. 70°55.7'	Elqui	<b>Lugar:</b> Distrito Minero; El Romero. <b>Nombre:</b> Talcuna. <b>Descripción:</b> Semejante al descrito para el Distrito El Romero. <b>Laboreos:</b> Varios socavones. <b>Leyes:</b> Se explotaron leyes de 45°/o de Mn. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Leiding, Estudio General sobre Minería del Manganeso en Chile (1954).
64	Lat. 29°54' Log. 70°55'	Elqui	<b>Lugar:</b> Quebradas Cañas y Marquesa a unos 12 Km. al NE de la estación de Marquesa del ramal del FF.CC. de Islén a Rivadavia. <b>Nombre:</b> Manuel Arancibia (25 Hás.) Dolores (50 Hás.) <b>Descripción:</b> Manto calizo mineralizado de corrida general NS y potencia útil de 0.30 a 1 m. Su afloramiento se puede observar por varios kilómetros. Este manto descansa sobre porfirita y debajo de unas capas de areniscas de color rojo de la Formación qda. Marquesa. <b>Laboreos:</b> Superficiales. <b>Leyes:</b> Tiene una ley media de 42°/o de Mn. <b>Cubicación:</b> Dolores: 18.000 ton. M. Arancibia: 12.000 ton.: total: 30.000 ton. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4217.
65	Lat. 29°54.1' Log. 70°55.1'	Elqui	<b>Lugar:</b> Distrito Minero: El Romero. <b>Nombre:</b> Alta. <b>Descripción:</b> Manto tipo el Romero. <b>Leyes:</b> 42°/o Mn. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Leiding, Estudio General sobre Minería del Manganeso en Chile (1954).
66	Lat. 29°56' Log. 70°54'	Elqui	<b>Lugar:</b> Distrito Minero: El Romero. <b>Nombre:</b> Fraguas. <b>Descripción:</b> Mina ubicada en la parte

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
67	Lat. 29°56' Log. 70°54'	Elqui	<p>superior del manto mineralizado del Distrito Minero. Laboreos: Varios socavones, la mayoría abandonados. Cubicación: Agotada parcialmente. Antecedentes: Leiding, Manganeso Chileno (1954).</p> <p>Lugar: Distrito Minero: El Romero. Nombre: San Carlos. Descripción: Manto descrito en número 62 para el Distrito. Laboreos: Labores subterráneas y tajos abiertos. Leyes: 43°/o Mn en sus reservas. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding, Manganeso Chileno (1954).</p>
68	Lat. 29°56' Log. 70°54'	Elqui	<p>Lugar: Distrito Minero: El Romero. Nombre: Placilla. Descripción: Manto descrito en el número 62 para el Distrito. Leyes: 37°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding, Manganeso de Chile (1954).</p>
69	Lat. 29°56' Log. 70°54'	Elqui	<p>Lugar: Distrito Minero: El Romero. Nombre: Potosí. Descripción: Manto descrito en el número 62 para el Distrito. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding, Manganeso de Chile (1954).</p>
70	Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	<p>Lugar: En la qda. Potrerillos, tributaria de la qda. Arrayán, a 19 Km. al S de la estación Pelicano del FF.CC. La Serena-Rivadavia y a 50 Km. de la costa. Nombre: La Liga (50 Há.) Bandera de Chile, Japonesa, Amelia. Descripción: Manto plegado de origen sedimentario con potencias variables hasta 1.20 m. encajado en porfirita. La mineralización está constituida por óxido de Manganeso en lentes, además de óxidos ferruginosos. Laboreos: Mina "Bandera de Chile" presenta una serie de laboreos siguiendo las sinuosidades del manto y las zonas de mejor mineralización. Las labores tienen un ancho de 2 a 5 m. Mina "Amelia" tiene un tajo de 40 m. de profundidad y 30 m. de ancho y algunos otros laboreos adyacentes. Mina "Japonesa" tiene 3 picados el más profundo a 6 m. Leyes: Aproximadamente de 36°/o Mn. Cubicación: Para</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	mina "Bandera de Chile" se estima 12.000 ton. de mineral. Antecedentes: ENAMI (4214-4205) (1941-1942); Leiding (1954).
71		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Farellones. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding, (1954) .
72		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Elisa. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
73		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Cristina. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
74		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Contratiempo. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
75		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Victoria. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
76		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Margarita. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
77		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Laura. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
78		Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Ema. Descripción: Manto tipo La

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
79	Lat. 30°07' Log. 70°57.5'	Elqui	Lugar: Quebrada Potrerillo. Distrito Minero: La Liga. Nombre: Potrerillo. Descripción: Manto tipo La Liga. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
80	Lat. 30°08' Log. 70°55'	Elqui	Lugar: En el nacimiento de qda. El Arrayán a 33 Km. al SE de estación Pelicano del FF.CC. de La Serena—Rivadavia y a 900 m. de altitud. Nombre: Tres Mosqueteros. Descripción: Mantos horizontales de potencia máxima 10 m. encajados en porfiritas con intercalaciones de arcillas ferruginosas. Laboreos: Siguiendo el afloramiento de las capas manganosíferas y a lo largo de 120 m. en dirección NO hay una serie de tajos y cortes y un socavón central de 16 m., actualmente abandonados. Leyes: menos de 40% Mn. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Explotación paralizada por su alta ley en cobre. Antecedentes: CORFO 14 (1945).
81	Lat. 30°08' Log. 70°55'	Elqui	Lugar: Qda. La Calera, 25 Km. al S. de Marquesa, 20 Km. al E de Andacollo. Nombre: Los Loros. Descripción: Yacimiento tipo manto horizontal, con una potencia variable de 1.20 m. a 1.40 m. Laboreos: Se trabaja con el sistema de cámaras y pilares. Leyes: Variables desde 36% a 45% de Mn. Cubicación: 25.000 ton. métricas. Antecedentes: ENAMI (Inf. Bustamante 4268 (1965) CORFO).
82	Lat. 30°12' Log. 71°10'	Coquimbo	Lugar: En una qda. tributaria de la qda. El Manzano a los pies del Cerro El Toro a 10 Km. de El Tambillo y a 33 Km. al NE de Coquimbo. Nombre: Oriza. Descripción: El yacimiento consiste en un manto, con minerales oxidados de Manganeso y cobre, relacionado con una capa de toba calcárea. Su origen parece ser debido a

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	lixiviación. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> (ENAMI 4362.)
83	Lat.	30°14.5' Ovalle		<b>Lugar:</b> Nombre: Porvenir. <b>Descripción:</b> Bolsones con inclinación NE encajados en areniscas volcánicas. Su paragénesis es braunita, pirita, psilomelano. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, 1965 (IIG).
	Log.	70°58.2'		
84	Lat.	30°15' Ovalle		<b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado en la qda. Cachaco a 60 Km. NE de Ovalle y 25 Km. al N de Samo Bajo. <b>Nombre:</b> Distrito Minero Corral Quemado. <b>Descripción:</b> Manto mineralizado de 0.30 a 2 m. de potencia encajado en concordancia con una secuencia de areniscas rojas volcánicas que tiene un espesor de 5 a 15 m. y que se asienta sobre una base de conglomerados verdosos y andesitas brechosas. La mineralización está compuesta por una serie de capas y lentes de óxido de Manganeso que comunica al manto un aspecto bandeado o macizo según su aproximación unos de otros. Los minerales son braunita, ausmanita, pirolusita y manganita. El manto mineralizado suele estar en el tramo inferior de la secuencia de areniscas rojas y de O. a E. pierde en potencia y aumenta en riqueza pasando de cerca de los 2 m. con 25°/o de Mn a 0.70 m. con 48°/o Mn al saliente. <b>Laboreos:</b> Muy numerosos. Se explota desde 1884 en una serie de minas. La parte más rica está casi agotada. <b>Cubicación:</b> Unos 13.000.000 ton. De ellas unos 10.000.000 corresponden a minerales de baja ley. <b>Antecedentes:</b> Leiding (1954).
	Log.	70°51'		
85	Lat.	30°15' Ovalle		<b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado en la qda. Cachaco. <b>Distrito Minero:</b> Corral Quemado. <b>Nombre:</b> Cocinera. <b>Descripción:</b> Este yacimiento pertenece al borde oriental del manto de Corral Quemado. Como la potencia del manto disminuye hacia el saliente esta sección tiene una potencia de
	Log.	70°51'		

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
86	Lat. 30°15' Log. 70°51'	Ovalle	<p>0.50 m. En cambio su riqueza es del 47 al 50°/o Mn. <b>Laboreos:</b> Es la mina de Manganeso más antigua de Chile. <b>Conclusiones:</b> Prácticamente agotada. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Leiding (1954).</p> <p><b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado, qda. Cachaco, Comuna Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> Corral Quemado. <b>Nombre:</b> Manto Gray. <b>Descripción:</b> Constituye la parte centro norte del distrito. El manto lleva una potencia de 1 m. con una ley de un 35°/o – 45°/o. La mineralización puede ser dura o pulverulenta siendo esta última la más abundante y la más rica. <b>Laboreos:</b> Está actualmente en explotación por medio de tres piques verticales de 40, 70 y 120 m. de profundidad y una red de galerías y socavones por un total de unos 800 m. <b>Cubicación:</b> Se calculan 1.900.000 tons. con 44°/o Mn.</p>
87	Lat. 30°15' Log. 70°51'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado, Qda. Cachaco, Comuna Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> Corral Quemado. <b>Nombre:</b> Loma Negra. <b>Descripción:</b> Está situada en el límite occidental del distrito. El manto tiene cerca de la superficie una potencia de 2 m. y una ley de 25°/o a 30°/o Mn. <b>Laboreos:</b> Debido al bajo contenido de Manganeso se han hecho solo labores de reconocimiento. <b>Cubicación:</b> Se estiman unas 10 millones de ton. al 20°/o según detallado estudio. <b>Antecedentes:</b> Leiding (1954).</p>
88	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado. <b>Distrito Minero:</b> Corral Quemado. <b>Nombre:</b> Toda la Vida. <b>Descripción:</b> Yacimiento tipo manto Corral Quemado. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Leiding (1954).</p>
89	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Estancia Corral Quemado. <b>Distrito Minero:</b> Corral Quemado. <b>Nombre:</b> María. <b>Descripción:</b> Yacimiento tipo manto Corral Quemado.</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
90	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Guillermo. Descripción: Yacimiento tipo manto Corral Quemado. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
91	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Parroquia. Descripción: Yacimiento tipo manto Corral Quemado. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
92	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Videla. Descripción: Yacimiento tipo manto Corral Quemado. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
93	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Lucero. Descripción: Yacimiento tipo manto Corral Quemado. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
94	Lat. 30°15' Log. 70°57'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Wilma. Descripción: Yacimiento tipo manto Corral Quemado. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Leiding (1954).
95	Lat. 30°18' Log. 70°51'	Ovalle	Lugar: Estancia Corral Quemado, qda. Cachaco. Distrito Minero: Corral Quemado. Nombre: Cristo Rey (55 Hás.), Carboncillo (75 Hás.), San Pablo (55 Hás.) Descripción: Mantos horizontales con potencias variables desde 0.15 a 1.50 m. de bastante corrida, que en partes aflora a la superficie. Laboreos: Frontones y caserones en el

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
96	Lat.	30°21'	Ovalle	<p>manto San Pablo, tiene tres labores de beneficio con potencia de 0.60 m.; 0.80 m. y 1.20 m. de Manganeso. Estas labores están cerca de la superficie (5 m. verticales). Cristo Rey, tiene tres reconocimientos que han alcanzado el manto con 1.30 m. de potencia, pero el mineral se presenta en estado terroso. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 44443 - 44581 - 44431 (1946).</p> <p><b>Lugar:</b> Confluencia de la qda. Cachaco con la qda. Fragua, 15 Km. al S de Corral Quemado. Comuna de Samo Alto. Altitud 740 m. <b>Nombre:</b> Distrito Minero La Fragua. <b>Descripción:</b> Mantos manganesíferos distribuidos en dos horizontes intercalados en concordancia con una secuencia de areniscas rojas de origen volcánico. El horizonte inferior corresponde al manto del Distrito de Corral Quemado. El superior está muy pobremente representado en unos cien metros de corrida en la mina Chamuscada de este Distrito y carece de todo interés. La mineralización del inferior está compuesta, como la de Corral Quemado, por una serie de capas y lentes que le dan aspecto bandeado. Los minerales son: braunita, hausmanita, pirolusita y Manganita. Los rasgos estructurales corresponden a pliegues regionales y a fallas norteadas posteriores a la sedimentación de los mantos que también se ven afectados por metamorfismo. Se mencionan la existencia de algunos fósiles vegetales. <b>Laboreos:</b> Hay numerosos, se indican en las reseñas de cada mina. <b>Leyes:</b> Varían de un 25°/o a un 45°/o Mn. <b>Cubicación:</b> No se conoce el total del Distrito. <b>Antecedentes:</b> M. Zentilli, Geología del Distrito Minero de La Fragua (1963).</p>
97	Lat.	30°21'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Entre las qdas. de Fragua y Carolina, Comuna de Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Carolina. <b>Descripción:</b> El</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
				<p>yacimiento pertenece al manto horizontal inferior del distrito. Su potencia varía entre 0.2 y 2 m. Presenta dos sistemas de fracturas cuyos rumbos son: N25°-30°O y N50°-70° E con algunas fallas de poco desplazamiento. La mineralización es compacta, bastante regular y se distribuye en guías alternadas con capas de calizas. El pendiente está formado por lutita y presenta una salvanda de textura plástica que contiene gran cantidad de agua. Laboreos: El manto ha sido explotado desde su afloramiento en tres zonas distintas. Los frentes están a 170 m. del afloramiento y las labores horizontales suman 750 m. Hay varios piques. En parte se ha explotado por cámaras y pilares, pero sin planificación. Leyes: 44°/o Mn. Cubicación: 48.000 tons. de mineral probable. Producción al año 1962: 300 toneladas mensuales de mineral. Detenida su explotación en 1965. Antecedentes: Zentilli, M., Geología del Dist. Min. La Fragua.</p>
98		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p>Lugar: A 4 Km. al N de la qda. de Fragua en el flanco Oeste de qda. Cachaco, Comuna de Samo Alto. Distrito Minero: La Fragua. Nombre: Chañar. Descripción: Manto de poca potencia con 0.40 m. de mineral que con manteo de 20° N corre al N de la mina con rumbo N14°O y al S rumbo N 60° O. Forma un sinclinal cuyo eje buza hacia el NO. Laboreos: Chiflones que penetran más de 50 m. hacia el cerro y un pique al S de la mina. Leyes: 40°/o-46°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Zentilli, M., Geol. des Dist. Min. de La Fragua (1963).</p>
99		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p>Lugar: Al sur de la qda. de Fragua, frente a la Mina Carolina Comuna Samo Alto. Distrito Minero: La Fragua. Nombre: Esmeralda. Descripción: Manto con un sistema de fracturas verticales de rumbo N50° E y fallas con poco desplazamiento, con abundante hierro. La mineralización es principalmente braunita y pirolusita-polianita.</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
100	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Laboreos:</b> Socavones rumbo N y longitud 80 m. Numerosos piques y chiflones desde la superficie. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. de Fragua. (1963)</p> <p><b>Lugar:</b> Al S de la qda. de Fragua, frente a la mina Carolina, Comuna de Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Dura. <b>Descripción:</b> Manto con un sistema de fracturas verticales de rumbo N50°E y fallas con poco desplazamiento, pero con abundante hierro. Los minerales son braunita y pirolusita-polianita. <b>Laboreos:</b> Socavones de rumbo N y 80 m. de longitud. Numerosos piques y chiflones desde la superficie. Hay un frente abandonado de 80 m. con Manganeso en guías de 4 a 5 cm. con un espesor total de 0.30 m. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> La explotación se paralizó debido a la dureza del manto. Aunque el mineral no es de muy buena ley parece existir importantes reservas en esta mina. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. de Fragua (1963).</p>
101	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Qda. Cachaco y Fragua, al S de la estancia Corral Quemado, Comuna de Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Civil Alta, Civil Baja, Caserones, La Tarde. <b>Descripción:</b> El manto mineralizado presenta estructura de un sinclinal con eje al N. Las potencias y mantos varían de una a otra mina. La mineralización era buena y por ello están totalmente agotadas. <b>Laboreos:</b> Gran cantidad de piques, chiflones y socavones. <b>Leyes:</b> Fue superior a 44°/o Mn. <b>Cubicación:</b> Agotada. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. de La Fragua (1963).</p>
102	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Al O de la mina Civil Alta, Comuna Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Escondida. <b>Descripción:</b> Manto de 0.80 m. de espesor con guías de Manganeso afectado por un</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
103		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p>anticlinal que continua al N en las minas Porvenir y Caserones. <b>Laboreos:</b> Piques, chiflones y socavones. Fue intensamente explotada y se encuentra abandonada. <b>Cubicación:</b> Se desconoce la extensión hacia el O. En las demás partes el manto es pobre. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).</p> <p><b>Lugar:</b> A 150 m. de mina La Tarde y al S de qda. Fragua. Comuna de Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> San Joaquín. <b>Descripción:</b> Manto de 2.30 m. de espesor, con tres guías de Manganeso de baja ley que suman 0.60 m. en total. El mineral más abundante es la braunita en parte alterada a manganita. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del dist. min. de La Fragua. (1963).</p>
104		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> A 150 m. de mina La Tarde y al N de qda. Fragua. Comuna de Samo Alto. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Medio Día. <b>Descripción:</b> Manto horizontal afectado localmente por un anticlinal de rumbo Norte. Espesor de 0.3 a 1 m. con Manganeso distribuido en guías delgadas. <b>Laboreos:</b> Dos socavones, uno de 12 m. que llega al manto que presenta rumbo 45° NE y manteo 14° N y otro más al O donde el manto tiene manteo de 45° N. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del dist. min. La Fragua (1963).</p>
105		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Comuna de Samo Alto a 100 m. al SE de mina Medio Día. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Aurora. <b>Descripción:</b> Manto rumbo N 85°E y manteo 25°-30° S con espesor de 0.7 a 1 m. Lleva 4 guías de 7 a 8 cm. de Manganeso puro alternadas con capas de areniscas de color pardo rojizo. Aflora desde la mina Medio Día y se extiende hacia el SE por 350 m., sin haber sido reconocida en su totalidad. <b>Laboreos:</b> Socavones</p>

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
106	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p>rumbo N60° E casi horizontal y un chiflón que corta el manto en la falda del cerro. Actualmente paralizada. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).</p> <p><b>Lugar:</b> Comuna de Samo Alto. Falda E de la qda. Cachaco, flanco N de qda. Maitencillo. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> San Francisco. <b>Descripción:</b> Manto de 0.3 a 0.8 m. de espesor con 2 o 3 guías de Manganeso de buena ley. <b>Laboreos:</b> Labores abandonadas por falta de reservas. Manto solamente reconocido en una superficie de 100x100 m. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Vale la pena reconocer el manto en algunas zonas. <b>Antecedentes:</b> Zentilli M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).</p>
107	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Comuna Samo Alto. Falda E de qda. Cachaco y lecho de qda. Maitencillo al Sur de mina San Francisco. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> San Juan. <b>Descripción:</b> Manto horizontal de 1.8 m. de espesor con tres guías principales de 35 y 20 cm. de Manganeso de buena ley. <b>Laboreos:</b> Extensamente explotado a cielo abierto. Abandonada por exceso de agua. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Queda por explotar buena parte del manto. <b>Antecedentes:</b> Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. de La Fragua (1963).</p>
108	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Comuna de Samo Alto, Al S de quebrada Maintencillo. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b> Toro. <b>Descripción:</b> Manto similar al de mina San Juan pero inclinado al SE. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Manto de buena calidad pero con exceso de agua. <b>Antecedentes:</b> Zentilli M, Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).</p>
109	Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> Comuna de Samo Alto a 1 Km. al S de qda. Maitencillo. <b>Distrito Minero:</b> La Fragua. <b>Nombre:</b></p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	Serena. Descripción: Manto superficial con guías lenticulares de 10, 25 y 20 cm. que ya fueron explotadas. Forma el ala occidental de un gran sinclinal que existe hacia el Oriente. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).
110		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	Lugar: Comuna de Samo Alto. A 2.5 Km. al E de Qda. Cachaco y al S de Qda. Maitencillo. Distrito Minero: La Fragua. Nombre: Tropezón. Descripción: El manto está totalmente dislocado, predominando el rumbo Norte con manteos al E y al O por estar afectado por una falla paralela al eje del anticlinal con rumbo al N. Color rojo por la abundancia de hierro. Leyes: Se produjo mineral al 40% Mn. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Buenas posibilidades de explotación a poca profundidad. Antecedentes: Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).
111		Lat. 30°21' Log. 71°02'	Ovalle	Lugar: Comuna de Samo Alto, al E de qda. Cachaco al N de mina Tropezón y a 850 m. de altitud. Distrito Minero: La Fragua. Nombre: Chamuscada. Descripción: Pequeño manto manganesífero de rumbo N40°-50° E encajado en areniscas. Este manto representa el horizonte superior de la formación de qda. Marquesa y pertenece al ala oriental de un anticlinal de eje al Norte. Aflora sobre 100 m. mineralización irregular y pobre. Laboreos: Un chiflón de 50 m. siguiendo la máxima pendiente. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Zentilli, M., Geol. del Dist. Min. La Fragua (1963).
112		Lat. 30°40' Log. 71°06'	Ovalle	Lugar: Sierra Quebrada Seca. Nombre: Quebrada Seca. Descripción: Veta con pirolusita cubierta por una capa de tierra vegetal y caja indefinida. Laboreos: Dos frontones de 10 m. Leyes: 50% Mn. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: ENAMI 44552 (1941).

NP en

Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
113	Lat. 30°42' Log. 70°46'	Ovalle	Cerro Palomo en la margen izquierda del río del mismo nombre que es fuente del río Rapel, a 1650 m. de altitud. A unos 35 Km. al E de la ciudad de Ovalle. Comuna de Monte Patria. Nombre: Estela (100 Hás). Descripción: Manto de 1 a 2 m. de potencia con rumbo N45°E y manto de 5° a 50° al NO, encajado en caliza estratificada. El Manganeso se presenta en forma de bandas distorsionadas con una potencia que varía entre 0.80 y 1.20 m. Laboreos: Reconocimientos sobre afloramientos señalan que el manto se extiende por 200 a 300 m. Leyes: Muestra N° 1, reventón Norte 45,2°/o; muestra N° 2, reventón Sur 44,8°/o; muestra N° 3, extraído 42,9°/o. Sílice 11,7°/o; hierro 4,7°/o. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Sujeto a reconocimiento pues las labores mineras son muy pequeñas y no pueden dar antecedentes concretos. Antecedentes: CORFO 181 (1941).
114	Lat. 31°10' Log. 70°43'	Ovalle	Lugar: A 5 Km. del pueblo de Tulahuen y a 200 m. del camino de Las Galenas. Nombre: La Fortuna. Descripción: Falla de 10 m. de ancho y rumbo N 30° O que corta el granito y que está mineralizado solo en un punto con Manganeso y hierro. Laboreos: Chiflón de 8 m. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Yacimientos sin importancia. Antecedentes: ENAMI 44489 (1933).
115	Lat. 31°05' Log. 71°00'	Combarbalá	Lugar: A 10 Km. al N de Combarbalá y 2.5 Km. al E de estación del FF.CC. La Mostaza. Nombre: Socialista (100 Hás.) Descripción: Tres vetas: 1) Farellón de rumbo N20° O, manto 70°-75° E y potencia 2 a 2.5 m. Mineralización de baja ley con pequeñas fajas o lentes de mineral puro. 2) Walker de rumbo S55°E, manto vertical y potencia 0.3 a 0.6 m. Mineral de baja ley. 3) Angosta de rumbo NS manto vertical y potencia 0.2 a 0.3 m. Laboreos: En veta "Angosta" hay un sócavón de

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Leyes: Cuatro muestras de "Angosta" dieron: 35°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Sólo veta "Farellón" podría presentar interés. Antecedentes: ENAMI 54654 (1942).
116	Lat. 31°06' Log. 70°55'	Combarbalá	Lugar: A 22 Km. al N de Combarbalá y a 8 Km. del pueblo de Cogotí. Nombre: Cogotí. Descripción: Veta con lentes mineralizados, de potencia entre 0.2 y 1 m. Leyes: 5 muestras dieron: 32°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Sin posibilidades de explotación. Antecedentes: ENAMI 54613 (1941).
117	Lat. 31°14' Log. 70°56'	Combarbalá	Lugar: Falda O del Cerro Negro de las Aguilas, a 9 Km. en línea recta al SO de Combarbalá. Nombre: Marta (10 Hás.) Descripción: Manto de rumbo N50° O con manteo al E. y potencia de 2 m. encajado en conglomerados y lavas andesíticas. Es visible en una corrida de 100 m. Mineralización de Manganeso en forma de lentes. Tiene cobre. Laboreos: Pique de 4 m que continua en galería de 15 m. Leyes: Una muestra dió 25,35°/o Mn y 0,5°/o Cu. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: No hay expectativas futuras. Antecedentes: ENAMI 54630 .
118	Lat. 31°36' Log. 71°08'	Illapel	Lugar: Región de Chacaisito, hacienda de Illapel, cerros Tortolilla y Las Ventanas a 33 Km. de Illapel. Nombre: Amelia. Descripción: Vetas bien formadas encajadas en porfiritas rumbo N45 ° O, manteo casi vertical y potencia 0.3 a 0.6 m. La veta principal aflora en una corrida de 150 m. Leyes: Hasta 45°/o Mn. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: ENAMI 4701 (1941).
119	Lat. 31°37' Log. 70°54.3'	Illapel	Lugar: A 42 Km. de Illapel. En nacimiento qda. Cárcamo y 2.200 m.s.n.m.. Faldeo poniente cerro Manganeso, Comuna Salamanca. Nombre: Los Manganesos de Tortolillo. Descripción: Macizos eruptivos de andesita y porfirita mineralizados con vetas de Manganeso casi siempre vertical que se han

N° en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
120		Lat. 31°37' Log. 70°54.30'	Illapel	<p>originado por segregación lateral. Mineralización de psilomelano. Es totalmente diferente a los yacimientos típicos chilenos. <b>Laboreos:</b> Labores subterráneas de poco avance y labores al sol. <b>Leyes:</b> sobre 50°/o en las vetas. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4813 (1926).</p> <p><b>Lugar:</b> A 42 Km. de la ciudad de Illapel hacia el E en nacimiento de qda. Cárcamo a 2.200 m. de altitud. <b>Nombre:</b> La Negra. <b>Descripción:</b> Las vetas tienen un rumbo de N 20° – 30° con manteo vertical. <b>Laboreos:</b> Trabajos de explotación superficial. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> CORFO 32.</p>
121		Lat. 31°37' Log. 70°54.30'	Illapel	<p><b>Lugar:</b> A 42 Km. al E de la ciudad de Illapel en los nacimientos de la qda. Cárcamo y a 2.200 m. de altitud. (sobre quebrada Soysa). <b>Nombre:</b> Florita. <b>Descripción:</b> Las vetas tienen un rumbo de N 20° – 30° con manteo vertical. <b>Laboreos:</b> Trabajos de explotación superficiales por pirquineros. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> CORFO 32.</p>
122		Lat. 31°37' Log. 70°54.30'	Illapel	<p><b>Lugar:</b> A 42 Km. de Illapel en nacimiento qda. Cárcamo. A 2.200 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Maitén. <b>Descripción:</b> Veta tipo Los Manganesos de Tortolillo. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4813 , CORFO 32 .</p>
123		Lat. 31°37' Log. 70°54.30'	Illapel	<p><b>Lugar:</b> A 42 Km. de Illapel en nacimiento qda. Cárcamo. A 2.200 m. de altitud. <b>Nombre:</b> Tití. <b>Descripción:</b> Veta tipo Los Manganesos de Tortolillo. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI 4813, CORFO 32 .</p>
124		Lat. 31°39.30' Log. 70°56'	Illapel	<p><b>Lugar:</b> Comuna de Salamanca. En los faldeos SO del cerro Rojo de Manquehue a unos 24 Km. al E del pueblo de Salamanca y a 1.850 m. de altitud. <b>Nombre:</b> San Ramón (100 Hás.) <b>Descripción:</b></p>

Nº en

Mapa      Coordenadas      Departamento

Algunos afloramientos cuya importancia está condicionada a las posibles extensiones de las vetas que constituyen la mina Los Manganesos ubicada adyacente. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** CORFO 179 (1941).

125      Lat. 31°39.5' Illapel  
Log. 70°56'

**Lugar:** Cerro Tortolillo a 40 Km. al SE de Illapel. **Nombre:** Las Ventanas. **Descripción:** Vetas de rumbo N45° O y manto vertical encajado en andesita. Su paragénesis es braunita y psilomelano. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** ENAMI 4821 (1943); Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965).

126      Lat. 31°43' Illapel  
Log. 70°53'

**Lugar:** A unos 6 Km. al NO del caserío de Cunlagua a 12 Km. de Salamanca al interior del río Chalinga y a 46 Km. de Illapel. A 1.600 m. s.n.m. **Nombre:** Soc. Min. Cunlagua, Peligrosa (100 Há.), El Negro (50 Há.), Clementina (50 Há.), Inesita (100 Há.) **Descripción:** El yacimiento está formado por las siguientes vetas: a) Veta El Negro, rumbo N10° O y manto 85° O. Corrida 200 m. Potencia 0.60 a 0.80 m. Potencia útil 0.10 a 0.80 m. Su mineralización se presenta en fajas de poco espesor o en nódulos con salbandas con carbonato. b) Veta Mono, rumbo N 30° O, manto 65° O. Corrida unos 150 m. Potencia 1.5 m. Potencia útil 0.20 a 0.80 m. Su mineralización se presenta en una masa compacta; rara vez arcilla, pero bastante carbonato de cal y algo de caolín. c) Manto Clementina, rumbo general N 30° O y manto 50° a 80° O. Corrida 160 m. Potencia general 8 m. Potencia útil: se presenta en fajas que varía de 0.30 a 1.2 m. de espesor dentro del manto de 8 m. d) Veta Dieciocho, rumbo N20° O, manto casi vertical. Corrida 300 m. Potencia 0.40 a 0.80 m. Potencia útil 0,20 a 0,80 m. Su mineralización se presenta en una masa compacta, sin arcilla y con bastante carbonato de calcio. En varias partes cercanas a las vetas mencionadas, pueden verse otras aún no explotadas y en las cuales los

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
			minerales de Manganeso están acompañados de una buena porción de arcilla y carbonato de calcio. En estas vetas el mineral se presenta generalmente en nódulos dentro de masas de arcilla. El yacimiento parece de origen hidrotermal en zona porfírica. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a)CORFO 12(1944); b)ENAMI 4774-4724 (1942).

### ACONCAGUA

127	Lat. 32°36.5' Log. 70°51.57'	Petorca	<b>Lugar:</b> Hacienda Nilhue a 1.340 m. de altitud. <b>Nombre:</b> La Bandera (35 Hás.) <b>Descripción:</b> Manto prácticamente horizontal de potencia útil entre 0.4 y 1.1 m que yace concordante a capas de sedimentos calizos, areniscas y andesitas de la formación liparítica. Mineralización de óxidos con sulfuros y carbonatos de cobre. <b>Laboreos:</b> Socavones de 6, 7 y 10 m. <b>Leyes:</b> Máximo 30°/o Mn y 2°/o Cu. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Paralizada por baja ley y cobre alto. <b>Antecedentes:</b> ENAMI, H. Hornhöhl (1953).
-----	---------------------------------	---------	---

128	Lat. 32°40' Log. 71°00'	San Felipe	<b>Lugar:</b> A 20 Km. al N. de estación de Chagres. <b>Nombre:</b> Luz (500 Hás.) <b>Descripción:</b> El yacimiento encajado en la Formación porfírica está constituido por 3 o 4 mantos bien mineralizados con potencia de 10 a 20 m. separados por intercalaciones de toba de 5 a 40 cm. de espesor. Estos estratos cuya potencia útil es de 30 a 70 cm. tienen rumbo N15°-25°O y un manto de 30°E. <b>Laboreos:</b> Pequeñas labores de reconocimiento cuyas profundidades no sobrepasan los 10 m. a unos 50 m. según la corrida. <b>Leyes:</b> Muestreo de 3 muestras representativas: muestra N° 1-32,2°/o Mn; muestra N° 2-38,7°/o Mn; muestra N° 3-40,6°/o Mn. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI, 5207.
-----	----------------------------	------------	---

### SANTIAGO

129	Lat. 33°14' Log. 70°55.3'	Maipo	<b>Lugar:</b> <b>Nombre:</b> María. <b>Descripción:</b> Yacimiento vetiforme en que predominan dos sistemas de vetas, uno con un rumbo de N75°O y manto de N75° SO y el otro de rumbo N45°O y manto de
-----	------------------------------	-------	--

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	
130	Lat. 33°53' Log. 70°49.8'	Maipo	<p>65° SO. La roca encajadora es Granodiorita y su paragénesis formada por piritita, calcopiritita, y psilomelano. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C. Geol. y Yac. Met, de Chile (1965).</p> <p><b>Lugar:</b> Se encuentran en los fundos Mansel y Aculeo a 8 Km de la estación Hospital del FF.CC. <b>Longitudinal Sur.</b> <b>Nombre:</b> Mansel, Aculeo. <b>Descripción:</b> Grupo de minas con 73 Hás, de superficie total entre las que destaca la Henriqueta. El yacimiento está formado por varios largos filones que con rumbo N25°O y con potencia de 1 a 3 m. cortan terrenos volcánicos constituídos por andesitas, arcillas y areniscas. La mineralización es de pirolusita, unas veces dura y otras en forma concrecionada o descompuesta, con zonas de enriquecimiento en los cruceros. Los filones se siguen en unos 65 Km. <b>Laboreos:</b> Cada 100 ó 150 m. hay laboreos superficiales antiguos de reconocimiento y de explotación sobre el afloramiento de los filones. Algunos piques y chiflones están todavía abiertos. <b>Leyes:</b> No inferiores al 40°/o en afloramiento, suponiéndose que llegará al 90°/o en profundidad. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> ENAMI,77033 .</p>

### LINARES

131	Lat. 35°46.3' Log. 71°25.5'	Linares	<p><b>Lugar:</b> <b>Nombre:</b> Panimávida. <b>Descripción:</b> Manto sub—horizontal encajado entre rocas andesíticas y lutitas. Su paragénesis es psilomelano. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> Ruiz, C., Geol. y Yac. Met, de Chile (1965).</p>
132	Lat. 35°47' Log. 71°25'	Linares	<p><b>Lugar:</b> A 3 Km. al S de Panimávida en la sierra Rai y Quinamávida. <b>Nombre:</b> Socorro. <b>Descripción:</b> Veta con 1 m. de potencia encajada en porfiritas con rumbo N40°E, manteo 80° E y constituída</p>

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

por un relleno de brechas que posteriormente se mineralizó con psilomelano con algo de hematita. La corrida visible es de 1.5 Km. al SO la veta se ramifica y se corta por un dique intrusivo. **Leyes:** Muestra superficial dió 21,4% Mn. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** La importancia del yacimiento es pequeña. **Antecedentes:** ENAMI, 8804 .

### CAUTIN

133

Lat. 39°13.6' Pitrufrquén

Log. 72°55.2'

**Lugar:** A unos 3 Km. de la línea férrea entre las estaciones Lastarria y Quitratúe. **Nombre:** Yacimiento Quitratúe. **Descripción:** Indicios de Manganeso de procedencia no determinada constituídos por bolones de mineral de Manganeso procedentes de acarreo y bajo el suelo vegetal. En algunos lugares, entre la arcilla, se presentan algunas pequeñas guías de mineral que podrían ser otros indicios de afloramiento de posibles mantos cosa que no se ha determinado aún. **Laboreos:** Las labores de prospección se han hecho, al encontrar rodados de Manganeso, cuando se realizaban faenas de extracción de ripio para el ferrocarril. Actualmente no hay faenas mineras. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** La procedencia de los bolones no es conocida haciéndose necesario mayor prospección. **Antecedentes:** a) Anuario Estadístico 1903; b) Leiding, Manganeso Chileno (1954). **Nota:** Según Ericksen la antigua mina Quitratúe sería la actual mina Lastarria y estaría constituída por bloques de mineral en una morrena glacial.

134

Lat. 39°13.6' Pitrufrquén

Log. 72°55.2'

**Lugar:** A 3 Km. de la estación de FF.CC. de Lastarria. **Nombre:** Lastarria. **Descripción:** Bloques de mineral encajados en una morrena glacial. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965).

## VALDIVIA

Nº en

Mapa	Coordenadas	Departamento	
135	Lat. 39°53.2'	Valdivia	<p><b>Lugar:</b> A 15 Km. de la ciudad de Valdivia y a unos 100 m. al NE del camino de la Unión.</p> <p><b>Nombre:</b> Santo Domingo. <b>Descripción:</b> Manto con rumbo N30°O y manto de 20° – 25° NE encajado en esquistos micáceos precámbricos con intercalaciones de cuarcita. Hay juegos de diaclasas mineralizadas que cortan las capas. Los minerales de Manganeso, pirolusita y rodonita, están asociados a una capa de cuarcita blanca a gris de espesor variable (hasta 2 m.). La pirolusita aparece tanto compacta como porosa, predominando esta última por acción de las aguas meteoricas. Es probable que la pirolusita se haya formado por oxidación a partir de la rodonita.</p> <p><b>Laboreos:</b> La Soc. Minera Bellavista (1960–1961) prospectó en varios puntos, donde se ha encontrado buenas manifestaciones y se ha trabajado superficialmente. <b>Leyes:</b> El mineral escogido a mano es de alta ley de Manganeso, pero el realizado por muestreo estadístico es de leyes bajísimas según análisis de año 1961; Escogido: Mn 49,5°/o; Sílice 7,1°/o; Común: Mn 1,1°/o; Sílice 85,2°/o. <b>Generalidades:</b> En la provincia de Valdivia se conocen los yacimientos de Santo Domingo, Bellavista, Isabel y Piedra Negra, siendo la roca encajadora Esquisto micáceo Precámbrico con intercalaciones de cuarcita.</p> <p><b>Antecedentes:</b> a) Ericksen, G., Ore Deposits of the Cordillera de la Costa, Región of Valdivia–Victoria (IIG); b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965), Yacimiento de Manganeso 32; c) Ing. Figueroa, Inf. Depto. de Energía, Combustible y Minería (1961).</p>
136	Lat. 39°57.4'	Valdivia	<p><b>Lugar:</b> Cerca de la mina Bellavista. <b>Nombre:</b> Isabel. <b>Descripción:</b> Manto con rumbo N55°O y manto de 35° SE encajada en esquistos micáceos con intercalaciones de cuarcita. Los minerales de Manganeso pirolusita y rodonita, están asociados</p>

Nº en

Mapa	Coordenadas	Departamento	
137	Lat. 39°57.4' Log. 73°12'	Valdivia	<p>a una capa de cuarcita blanca a gris de espesor variable que no pasa de los 2 m. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965). b) Ericksen, G., (1961).</p> <p><b>Lugar:</b> A 18 Km. al SE de la ciudad de Valdivia. <b>Nombre:</b> Bellavista. <b>Descripción:</b> Manto con rumbo N70°E y manto de 20°–25°E encajado en esquistos micáceos con intercalaciones de cuarcita. Hay pequeñas fallas y fracturas mineralizadas que cortan estas capas. Los minerales de Manganeso presentes, pirolusita y rodonita, están asociados a una capa de cuarcita blanca a gris de 0,25 m. a 2 m. de espesor. La pirolusita aparece tanto compacta como porosa siendo probable que se haya formado por oxidación de la rodonita. En el terreno se observa: a) Venillas de pirolusita rellenas de fisuras o diaclasas. b) Formación de material negro y compacto (rodonita) que está cruzado por venillas de pirolusita. c) Todo el material se ha transformado a pirolusita porosa. d) La sílice liberada en la oxidación de la rodonita es redepositada como venillas de cuarzo en la pirolusita. <b>Laboreos:</b> No se tienen datos actuales de trabajos de explotación, existen avances horizontales y socavones. <b>Leyes:</b> En rocas negras: Mn 21,7°/o; Sílice 29,2°/o. Escogido: Mn 41,7°/o; Sílice 15,6°/o. Zona rica de la veta: Mn 14,3°/o; Sílice 37,4°/o. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Los afloramientos de Manganeso son extensos y de leyes medianamente explotables. Este yacimiento de Manganeso es el más importante en la provincia de Valdivia. <b>Antecedentes:</b> a) Figueroa (1961). b) Ericksen, G., (1961); Ore deposits of the Cordillera de la Costa. c) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965).</p>

Nº en

Mapa  
138

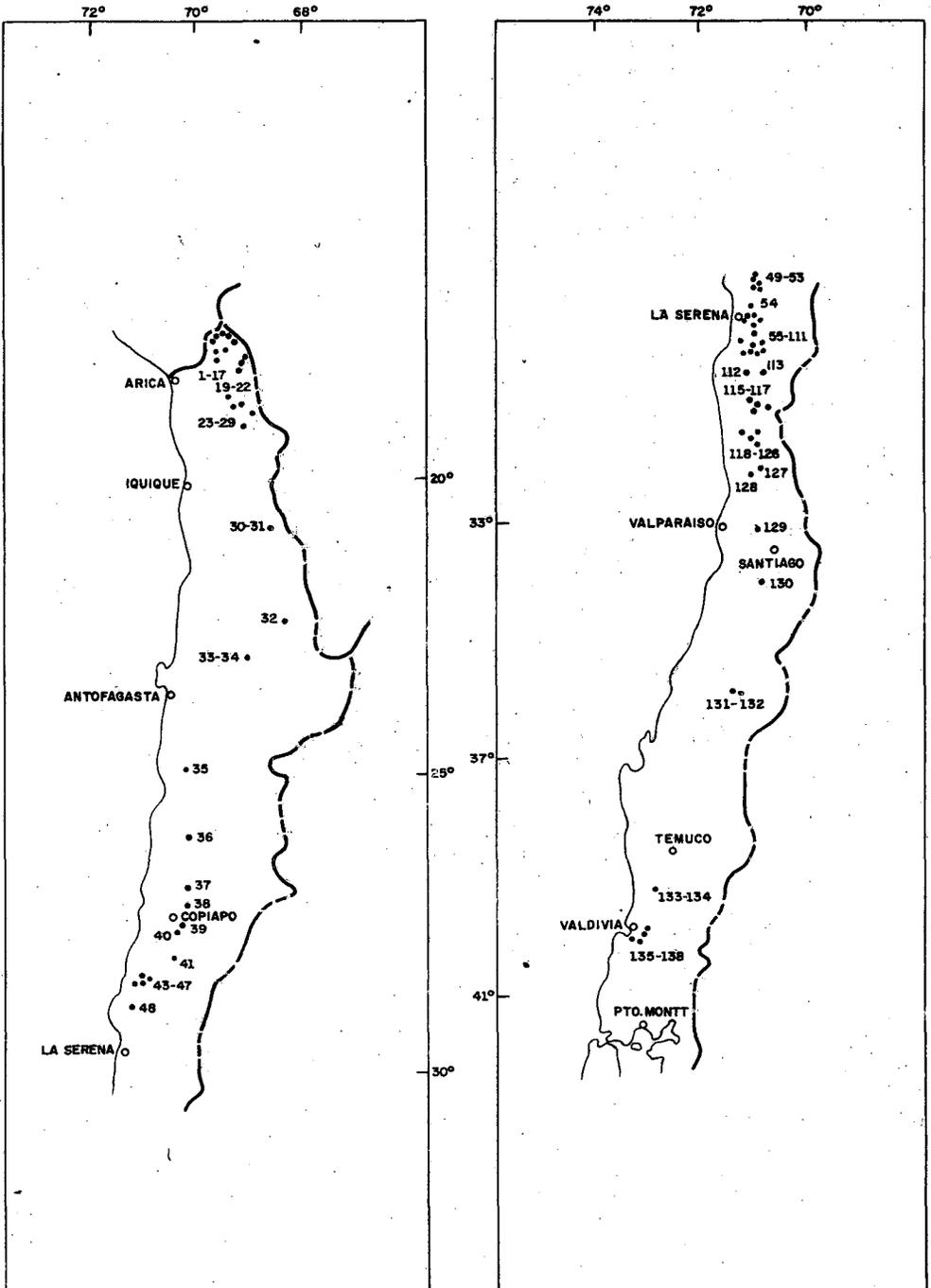
Coordenadas	Departamento
Lat. 39°57.4'	Valdivia
Log. 73°17.30'	

Lugar: Cerca mina Bellavista. Nombre: Piedra Negra. Descripción: Manto con rumbo N75°E y manteo de 30° NO encajado en esquistos micáceos con intercalaciones de cuarcita. Los minerales de Manganeso están asociados a una capa de cuarcita blanca a gris de espesor variable que no pasa de los 2 m. de potencia. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Ruiz, C., 1965 Geol. y Yac. Met. de Chile. b) Ericksen. G., Ore Deposits of the Cordillera de la Costa (1961).

# D.4.-Mapa de Ubicación

Manganeso

ESCALA APROX. 1:12.000.000



## D.5.— Reservas

YACIMIENTOS	MINERAL MEDIDO		MINERAL INDICADO		MINERAL INFERIDO		RESERVA TOTAL	
	tonelaje	ley	tonelaje	ley	tonelaje	ley	tonelaje	ley
Mineral Corral Quemado (1)	100.000	48°/o	200.000	48°/o	300.000	45°/o	600.000	47°/o
Mineral Corral Quemado	1.500.000	22°/o	1.000.000	22°/o	2.600.000	22°/o	5.100.000	22°/o
Mineral Corral Quemado	—	—	3.000.000	18°/o	3.400.000	18°/o	6.400.000	18°/o
Mineral Grupo Coquimbana	15.000	48°/o	30.000	48°/o	30.000	48°/o	75.000	48°/o
Mineral El Romero	25.000	45°/o	3.475.000	30°/o	3.500.000	30°/o	7.000.000	30°/o
Mineral El Arrayán	10.000	46°/o	227.500	46°/o	960.000	45°/o	1.197.500	45°/o
Mineral La Liga	—	—	5.000	44°/o	10.000	44°/o	15.000	44°/o
Mineral Lambert	1.000	44°/o	—	—	4.000	44°/o	5.000	44°/o
Mineral Las Ventanas	5.000	46°/o	5.000	46°/o	10.000	46°/o	20.000	46°/o
Mineral Mansel	5.000	46°/o	10.000	46°/o	10.000	45°/o	25.000	46°/o
Región Lluta (Arica)	1.000.000	24°/o	—	—	—	—	1.000.000	24°/o
Región El Loa	—	—	5.000	48°/o	7.500.000	18°/o	7.505.000	18°/o
Región Antofagasta	—	—	—	—	30.000	35°/o	30.000	35°/o
Región Taltal (2)	10.000	46°/o	20.000	46°/o	20.000	46°/o	50.000	46°/o
Región Copiapó	—	—	—	—	—	—	—	—
Región Tres Cruces—Chañaral (2)	—	—	—	—	—	—	—	—
Región Coquimbo (2)	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>TOTAL MINERAL</b>	<b>2.671.000</b>	<b>—</b>	<b>7.977.500</b>	<b>—</b>	<b>18.374.000</b>	<b>—</b>	<b>29.022.500</b>	<b>—</b>
Total exportación	171.000	46°/o	502.500	47°/o	1.344.000	45°/o	2.017.500	46°/o
Total concentración	2.500.000	27°/o	7.475.000	30°/o	17.030.000	22°/o	27.005.000	22°/o

(1) La "Compañía Manganesos de Atacama S.A." realizó un estudio sistemático de las reservas de baja ley de la zona de "Loma Negra" y "Corral Quemado" por medio de muestreo apoyado en una triangulación densa de la superficie.

El resultado, al 20°/o Mn, fue de 1.500.000 Tons. a la vista y rápidamente explotables y 3.600.000 Tons. para posterior desarrollo. La Bethlehem con su campaña de sondeos y tomando como límite un 18°/o de Mn, elevó esta última cifra a 10.000.000 Tons.

(2) No están evaluadas las reservas de algunos yacimientos pertenecientes a esta región.

FUENTE: Informe Leiding, 1954, modificado con otras informaciones.

## IV.— EXPLOTACION

### A.— MINERIA

La mayor parte de la producción mundial de minerales de Manganeso procede de explotaciones a tajo abierto y de explotaciones subterráneas en las que se emplean los métodos de cámaras y pilares o de grandes cámaras. Es decir métodos de gran minería altamente mecanizada. Sin embargo las señaladas diferencias entre los distintos tipos de yacimientos hace que se emplee toda una gama de métodos de explotación que van desde los más rudimentarios a los sistemas de minería hidráulica usados en la URSS. Por estas razones no existe un tipo de minería que pueda identificarse como propia de las explotaciones de minerales de Manganeso. De existir alguna característica especial sería la producida por la necesidad de obtener una producción uniforme para alimentar los sistemas de beneficio. Esto obliga a veces a una serie de combinaciones en el trazado de las explotaciones para permitir realizar mezclas en la propia mina. Cuando se trata de obtener minerales de alta ley para la industria química y para las baterías se hace generalmente una explotación selectiva sobre el propio yacimiento.

Los minerales ferro—manganesíferos se explotan siempre por los métodos usados en la minería del hierro.

### B.— PREPARACION

Durante muchos años los sistemas de preparación han estado reducidos a elementales instalaciones de machacadora, criba y lavado, especialmente en lo que se refiere a los minerales oxidados. A partir de la Guerra de Corea el desarrollo de la industria y las dificultades crecientes en obtener minerales de alta graduación hizo que se fueran adoptando en todo el mundo sistemas de media pesada, jigs y mesas de concentración. También se introdujo la sinterización y la nodulización para aprovechar los minerales pulverulentos y eliminar, principalmente, impurezas de plomo y zinc.

Para los minerales carbonatados se emplean también sistemas de flotación y lixiviación.

La preparación de los minerales tiene como objetivo el obtener dos tipos de concentrados:

- a) De Alta Graduación utilizados en la industria química y en la fabricación de baterías secas que deben tener un mínimo de 80% de  $MnO_2$  y estar exentas de hierro. Se parte para ello de minerales ricos que después de concentrados se refinan magnéticamente.
- b) Siderúrgicos con una ley del 60–70% de  $MnO_2$ . Se clasifican por la relación Mn/Fe que varía desde un 4% para los concentrados empleados en fabricar Spiegel o Silicomanganeso a un 30% para los ferromanganesos de Bajo Carbón o metal obtenidos por aluminotermia. En estos tipos de concentrados el contenido en hierro, y en sílice es elástico pero la ley de fósforo alcanza como máximo un 0.0035% por cada 1% de Manganeso.

Dada la variación existente en los yacimientos tanto en tipo de minerales como en su contenido, no hay un procedimiento standard de beneficio sino que para cada caso se hace necesario estudiar y adaptar el más conveniente. Hay minerales que pueden contener en bruto hasta un 40–45% de Mn existiendo algunos yacimientos que no necesitan más preparación que el desmenuado y la clasificación.

En la preparación se obtienen rendimientos del orden del 80% al 85% del manganeso contenido en los minerales.

### C.— METALURGIA

El principal mercado consumidor de Manganeso es la industria del acero que lo utiliza bajo forma de Ferromanganeso, Silicomanganeso, Spiegeleisen y Manganeso Metal. El proceso de obtención de estas aleaciones de Manganeso consiste genéricamente en la reducción del óxido de Manganeso contenido en los minerales concentrados por medio de carbón, sílice o aluminio. El Manganeso y el hierro en estado líquido son intersolubles en cualquier proporción sin formar combinaciones químicas. La Sílice y el Manganeso dan lugar a la formación de varios compuestos siendo el SiMn el más estable de todos.

El Ferromanganeso se clasifica de una manera general en tres tipos según su contenido en carbono: “Alto Carbón o Standard”, “Medio Carbón” y “Bajo Carbón”. Cada uno de ellos se subdivide a su vez en varios grados.

El Tipo “Alto Carbón”, se obtiene utilizando concentrados de 40% mínimo de Manganeso, en los que la proporción Mn/Fe debe ser de 6% como mínimo. El proceso consiste en la reducción del  $MnO_2$  por el carbón y se realiza generalmente

en alto horno con marcha muy caliente, fuerte consumo de cobre y escoria básica o también en horno eléctrico de cuba baja que da menores pérdidas de Manganeso en la escoria. El Ferromanganeso obtenido tiene 70–75% de Mn y 7% de C. Por cada tonelada de Ferromanganeso se precisan 2 a 2.5 de mineral. Para el alto horno se requieren minerales duros con granulometría superior a los 12 mm. y coque y caliza de primera calidad. Un ejemplo típico de carga es el siguiente:

Mineral	1.030 Kgs.
Escorias ferruginosas	100 Kgs.
Caliza	200 Kgs.
Coke	1.000 Kgs.

Por tonelada de Ferromanganeso se necesitan dos de coque y se produce una tonelada de escoria.

Para el horno eléctrico pueden utilizarse minerales menudos y el coque puede substituirse por antracita. Una marcha normal es la siguiente:

Mineral	2.440 Kgs.
Carbón	300 Kgs.
Coke	480 Kgs.
Caliza	650 Kgs.
Viruta de hierro	150 Kgs.
Electrodos	24 Kw
E. eléctrica	3.720 Kw

Los hornos suelen ser trifásicos de 7.000 a 15.000 Kw de potencia. Los electrodos con densidad de corriente baja, deben estar muy sumergidos en la carga para evitar arcos que producen pérdidas por volatilización del Manganeso.

El Tipo “Medio Carbón” se obtiene en horno eléctrico procesando minerales con Mn/Fe igual a 8% como mínimo o partiendo del ferromanganeso de Alto Carbón que se funde con minerales de alta ley y con cal para rebajar su alto porcentaje de carbón y de fósforo. Estos sistemas originan grandes pérdidas de Manganeso por volatilización por lo cual se prefiere la reducción por silicio, en vez del carbono, para obtener Ferromanganesos pobres en carbón. El tipo “Medio Carbón” debe contener un 76 a 80% de Mn y 0,5 a 5% de carbón.

El Tipo “Bajo Carbón”, ofrece bastantes dificultades para su obtención y estas

aumentan al tratar de disminuir las cantidades de carbón. Puede partirse del proceso de "Medio Carbón" extremando su terminación con lo que crecen extraordinariamente las pérdidas de Manganese. También de Silicomanganese y mineral muy puro con mucha cal para evitar la corrosión del recubrimiento del horno o bien de mineral muy puro y cuarcita. Estas dificultades tienden a imponer el procedimiento por aluminotermia a partir de minerales muy puros, Mn/Fe igual 20-30<sup>o</sup>/o, con muy poco hierro y fósforo, y de escorias altas en Manganese. También puede obtenerse por electrólisis de sales fundidas. Este tipo de Ferromanganese contiene 84-96<sup>o</sup>/o de Mn y 0,1 a 0,5<sup>o</sup>/o de C.

El Silicomanganese puede obtenerse partiendo de:

- a) Mineral de Manganese de baja ley y de cuarcita.
- b) Minerales muy altos en sílice.
- c) Escorias de alto horno ricas en Manganese.
- d) Ferromanganese y cuarcita.

Generalmente se emplea el primer procedimiento utilizando minerales con Mn/Fe igual a 4<sup>o</sup>/o y empleando los mismos hornos eléctricos de Ferromanganese. Un ejemplo de carga para una tonelada de Silicomanganese es el siguiente:

Escoria o mineral al 40 <sup>o</sup> /o Mn	2.425 Kgs.
Viruta de hierro	95 Kgs.
Cuarcita	260 Kgs.
Coke	550 Kgs.

El producto obtenido debe tener: 65<sup>o</sup>/o de Mn; 18-20<sup>o</sup>/o Si y 0.03 a 0,06<sup>o</sup>/o de P.

El Spiegeleisen se obtenía hasta 1963 exclusivamente en horno alto. Desde entonces algunos productores utilizan el horno eléctrico. La composición del "Spiegel" es de un 10-25<sup>o</sup>/o de Mn y 5<sup>o</sup>/o de C.

Manganese Metal es necesario para ciertos tipos de aceros especiales y puede fabricarse por los siguientes procedimientos:

1. Por reducción con Sílice, en horno eléctrico, de escorias con 50<sup>o</sup>/o de Mn. Se requiere Silicio metal al 98,5<sup>o</sup>/o. El metal obtenido es de 96<sup>o</sup>/o de ley.
2. Por aluminotermia partiendo de mineral muy puro, que por tostación se transforma en Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, con un 57<sup>o</sup>/o mínimo de Mn, de granalla de aluminio

puro y de cal. La reacción es exotérmica y no requiere combustible. La carga de la cámara por tonelada de metal es la siguiente:

Oxido de Manganeso tostado	2.068 Kgs.
Granalla Aluminio	548 Kgs.
Cal	360 Kgs.

Es el sistema más empleado. El metal obtenido tiene un 90% de Mn.

3. Por electrólisis de sulfato de Manganeso obtenido por lixiviación de minerales de baja ley o de Ferromanganeso alto carbón. El Manganeso se deposita en forma de costra en el cátodo y después se funde en horno de alta frecuencia. El metal obtenido es de más alta pureza alcanzando el 99,8% Mn. Aunque este proceso permite teóricamente utilizar minerales de baja ley, su alto costo no favorece, por ahora, la extensión de este sistema.

El Bióxido de Manganeso es un producto cuya importancia va en aumento para el mercado de Baterías Secas. El bióxido natural puede ser sustituido por el producido por electrólisis a partir de cualquier tipo de mineral. Este procedimiento es más costoso que el método por vía húmeda en el que se parte del carbonato obtenido por lixiviación de los minerales con aguas amónicas carbonatadas.

## D. - CHILE

### D.1. - Antecedentes

La producción de Manganeso comenzó en Chile en 1884 como consecuencia de la demanda del mercado internacional para hacer frente al creciente empleo del ferromanganeso en el proceso de aceros Bessemer iniciado en 1856. En solo ocho años la explotación de los yacimientos chilenos alcanzó la cifra de 52.000 tons. anuales que se exportaban a Inglaterra. Poco después comenzó a hacerse sentir en el mercado la presión de los minerales rusos que rebajaron el precio a US\$ 0.20 por unidad y obligaron a reducir el ritmo de explotación hasta casi llegar a cero. La Primera Guerra Mundial generó un ligero y tardío repunte de la producción chilena. La Segunda Guerra Mundial provocó una gran demanda de Manganeso y la producción chilena alcanzó el record de 114.000 tons. en 1943 para caer verticalmente al terminar la Guerra en 1945. Las dificultades de abastecimiento de Estados Unidos provocados por la cancelación de sus contratos con la URSS en

1950, la Guerra de Corea, el defectuoso suministro de la India y el tremendo impulso de la industria norteamericana encauzaron nuevamente la demanda de Manganeseo hacia los yacimientos chilenos llegándose a las 54.600 tons. en 1953. El reciente descubrimiento y la puesta en marcha de los enormes depósitos del Brasil y del Gabón han vuelto a reducir las posibilidades de expansión de Chile, ya que por una parte sus costos no son competitivos internacionalmente y por otra los yacimientos de mineral exportable de alta ley han sufrido una gran merma en sus reservas. Cabe agregar que la experiencia recogida en casi un siglo de minería de Manganeseo no ha servido ni para mecanizar y regularizar sus explotaciones ni para implantar sistemas de beneficio capaces de hacer rentables los minerales de baja ley, cuyo volumen es bastante importante.

En los últimos años la producción chilena ha disminuído considerablemente, quedándose al margen del mercado internacional y prácticamente se ha quedado reducida, merced a una política proteccionista, a suplir las necesidades interiores del país que son del orden de unas 20.000 tons. anuales.

En el siguiente cuadro se refleja la historia de la producción chilena de minerales de Manganeseo.

AÑO	T O N S.	
1884	4.000	Iniciación bajo demanda Inglesa.
1892	52.000	
1900	30.000	
1903	17.000	Entrada de Rusia en el mercado.
1918	3.000	
1920	11.000	Primera Guerra Mundial
1930	6.000	
1935	4.000	
1940	11.600	Segunda Guerra Mundial
1941	35.800	
1942	71.300	
1943	114.000	
1944	44.000	
1945	7.500	Fin de la Guerra
1950	35.480	Guerra de Corea
1951	39.100	
1952	53.850	
1953	54.620	
1954	37.720	
1955	43.194	

AÑO	T O N S.	
1956	48.008	
1957	54.181	Aparecen nuevos productores, Africa y Brasil.
1958	38.157	
1959	38.777	
1960	45.898	
1961	31.762	
1962	43.162	
1963	46.479	Mercado nacional
1964	18.861	
1965	16.587	
1966	17.921	
1967	14.846	
1968	23.844	

El total de la producción chilena de minerales de Manganeso, desde su iniciación, ha sido del orden de 1.700.000 Tons. La mayor parte de esta producción se exportó con una ley media de un 46°/o de Mn, un 6 a 12°/o de sílice, menos del 0,20°/o de cobre y casi libre de fósforo.

En 1943, año de la más alta producción registrada, ésta se distribuyó por Provincias de la siguiente manera:

Provincia	Departamento	Mineral (Ton. Mét.)	
Antofagasta	Antofagasta	4.574	
	Taltal	12.319	
			16.893
Atacama	Chañaral	277	
	Copiapó	298	
	Huasco	1.079	
	Freirina	8.653	
			10.307
Coquimbo	La Serena	3.459	
	Elqui	8.421	
	Coquimbo	17.445	
	Ovalle	46.177	
	Combarbalá	161	
	Illapel	8.963	
			84.626
Santiago	Maipo	2.255	2.255
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>114.081 al 45.62°/o (Promedio)</b>

En 1953 la producción mensual fue:

Yacimientos	Toneladas	Ley
Corral Quemado	2.000	48 o/o
Grupo Coquimbana	450	50 o/o
El Romero	450	45 o/o
El Arrayán	150	46 o/o
La Liga	200	43 o/o
Lambert	150	44 o/o
Las Ventanas	100	46 o/o
Mansel	75	46 o/o
Región Lluta	150	46 o/o
Región El Loa	400	48 o/o
Región Taltal	600	47 o/o
Región Coquimbo	100	45 o/o
Región Tres Cruces—Chañaral	200	45 o/o
Región Coquimbo	800	43 o/o
<b>Total producción</b>	<b>5.825 tons.</b>	<b>46 o/o</b>

Destacándose siempre la Provincia de Coquimbo con el Distrito de Corral Quemado como principal productor de Manganeso. Las Empresas minera más importantes fueron:

Cía. Manganesos de Atacama	—	Aún en producción
Manganesos de Chile	—	Desaparecida en 1965 (1)
Sali Hochschild S.A.	—	Paralizada actualmente

Estas sociedades clasificadas como pertenecientes a la “mediana minería” producen la casi totalidad de los tonelajes reseñados. La contribución de la pequeña minería ha sido poco importante en la última década como puede verse a continuación:

(1) Reinició trabajos como minera Sta. Bárbara en 1968.

AÑO	MINERAL DE MANGANESO POR PRODUCTORES				PRODUC. MANGANESO ATACAMA		
	Mn Atacama	Mn Chile	Varios	Total	Alta Ley	Baja Ley	Fragua
1958	25.650	4.685	7.822	38.157	24.639	(1)	1.011
1959	19.644	15.007	4.126	38.777	18.624	—	1.020
1960	20.237	21.344	4.317	45.898	18.288	—	1.949
1961	12.756	13.470	5.536	31.762	11.386	—	1.370
1962	23.976	16.602	2.584	43.162	17.210	5.147	1.619
1963	22.485	22.091	1.903	46.479	17.318	5.167	(2)
1964	15.931	2.070	1.860	19.861	12.565	3.356	—
1965	14.675	—	1.912	16.587	11.903	2.772	—
1966	17.565	—	356	17.921	11.531	5.734	—
1967	14.525	—	321	14.846	9.067	5.458	—
1968	13.033	10.750	61	23.844	5.391	8.017	—

(1) Las cifras que faltan en esta columna están englobadas en la de "Alta Ley".

(2) Las cifras que faltan en esta columna están englobadas en la de "Alta Ley". Se trata de un promedio de unas 300 tons. anuales.

Puede apreciarse la disminución de la producción de minerales de alta ley y el aumento de la de baja ley.

## D.2.— Minería.

Actualmente sólo existen en explotación los yacimientos de Los Loros (Arrayán) y de Corral Quemado, situados sobre el mismo manto mineralizado en la Provincia de Coquimbo cuya corrida está cubierta por distintas concesiones que limitan entre si, sin dejar libre espacio alguno.

Yacimiento de Los Loros pertenece a la Provincia de Coquimbo, Departamento de Elqui y Comuna de Vicuña. Está situado en el nacimiento de la qda. El Arrayán que vierte al valle de Elqui a la altura de la estación de FF.CC. Pelicano que dista 33 Km. Forma parte de la cuenca manganesífera que comprende los yacimientos de las zonas de qda. Marquesa y de qda. Arrayán. Estas quebradas están situadas en márgenes opuestas del Valle de Elqui. En la zona qda. Marquesa se manifiestan los yacimientos de Talcuna, Mina Alta, Las Cañas, Algarrobo, San Carlos y Romero y en la zona Arrayán los de La Liga y Los Loros. Más al Sur se encuentra la formación de Corral Quemado.

Estructuralmente el yacimiento de Los Loros pertenece a la Formación Qda. Marquesa y por lo tanto genéticamente está relacionado con el ciclo medio, ya descrito, de la Provincia Metalogénica del Geosinclinal Andino. Es decir; que se formó por un proceso de concentración de Manganeso de origen volcánico cuyos mantos se estratificaron entre capas de lavas andesíticas y de sedimentos clásticos procedentes de la erosión de rocas volcánicas. En la zona de Los Loros el manto mineralizado con 0.80 a 1.80 m. de potencia yace sobre una base de brechas y areniscas verdosas que la separa una capa de toba arcillosa. En el techo reaparecen las areniscas. El manto está constituido por una serie de guías de Manganeso separadas por capas de areniscas y arcillas. La potencia útil es de 0.30 a 0.70 m. La presencia de cobre es general en el yacimiento, pero casi desaparece en las zonas de enriquecimiento provocados por la unión de las guías de Manganeso. La ley es de 40 a 46°/o de Mn.

El análisis de una muestra dió: Mn 45,1°/o; SiO<sub>2</sub> 11,50°/o; Cu 0,15°/o; P 0,07°/o.

La explotación consta de 13 concesiones con un total de 1.650 Hás. que limitan al Sur con las de "Las Canastas 1 al 100" propiedad de la Cía Manganesos de Atacama y perteneciente al grupo de Corral Quemado. Antiguamente el yacimiento fue explotado por la Cía. Minera Sta. Fé a través de su subsidiaria Manganesos de Chile. Al desaparecer esta última en 1964 pasó a la Cía. Minera Sta. Bárbara que ha entregado la explotación en arrendamiento reiniciándose la producción en Diciembre de 1967.

Desde el punto de vista de explotación la mina se fracciona en cuatro sectores:

1.— Sector Santo Tomás, situado en el borde occidental del yacimiento. Totalmente agotado por los trabajos primitivos en los que se obtenía mineral seleccionado al 45°/o Mn. Este sector limita al Este con una falla que produjo una caída de 64 m.

2.— Sector Norte que limita por el Oeste con la falla Sto. Tomás y por el Este con la falla Grande. Este sector se explota por un socavón rumbo Norte cuya boca está en la cota 1.000 m. y que con 350 m. de recorrido alcanza una zona virgen con un frente de unos 300 m., una potencia de 0.90 y ley de 41°/o de Mn. El manto es casi horizontal. En la zona más meridional la potencia y la ley disminuyen siendo de 0.70 m. y 35°/o respectivamente.

3.— Sector Falla Grande. El manto se recobró por un chiflón de 40 m. de longitud y 25° de pendiente, subiendo 15 m. El manto aparece con 1.3 m. de potencia y 44°/o Mn. Está reconocido en 350 m. Hacia el SE la potencia baja a 0.70 m. y la ley

a 38°/o Mn y aparece una nueva falla llamada Chimenea.

4.— Sector Falla Chimenea. Esta falla hizo saltar el manto 8 m. arriba siendo necesario recuperarlo por una chimenea de 12 m. Reapareció con manto de unos 20° S., potencia de 0.60 m. y ley de 43°/o de Mn. Se ha iniciado una labor de preparación.

La explotación se realiza por el método de cámaras y pilares. El circuito de ventilación se establecerá al poner en explotación el sector 4. Por el momento es suficiente el socavón que se limpia de gases con aire comprimido y ventilación forzada.

No existen labores sistemáticas de prospección (sondeos, etc). Por las labores ejecutadas se estiman las siguientes reservas:

1.	Sector Sto. Tomás	0
2.	Sector Norte	50.000
3.	Sector Falla Grande	50.000
4.	Sector Falla Chimenea	?
Total		100.000 ton. al 40-42°/o Mn.

La producción actual es de unas 1.000 Tons. mensuales con ley media de 41°/o y se vende a Carburo y Metalurgia S.A. para la planta de ferromanganeso de San Vicente (Huachipato).

El transporte al puerto de Coquimbo, distante 80 Km. se realiza por camión a razón de E° 22 la tonelada (equivalente US\$ 2). La existencia actual en puerto es de 3.600 Tons. al 41°/o y 650 Tons., escogidas a mano con 44°/o de Mn.

Las instalaciones de extracción consisten en: compresor de 6 HP y 150 pie<sup>3</sup> que mueve dos perforadoras un torno y un grupo electrógeno de 20 Kw. que acciona un torno y un extractor de aire. El número de obreros es de 50.

No existen instalaciones de beneficio. El mineral se vende tal como se extrae. A veces se realiza en cancha de la mina un escogido a mano.

**Yacimientos de Corral Quemado.** Pertenecen a la Provincia de Coquimbo, Departamento de Ovalle y Comuna de Samo Alto. Están situados en la estancia Corral Quemado en los faldeos de la qda. Cachaco 55° NE de Ovalle. Las concesiones que los cubren abarcan una superficie de 18.000 Hás., son, en su casi

totalidad, propiedad de la Cía. Manganesos de Atacama y limitan por el Norte con las pertenencias de Los Loros (antes de Manganesos de Chile) y al Sur con las de la zona de La Fragua, también en su casi totalidad de la Cía. Manganesos de Atacama. Existen intercaladas otras cinco concesiones que no pertenecen a esta última y que no se trabajan. El yacimiento comenzó a explotarse por una Compañía inglesa a fines del siglo XIX. La entrada en el mercado del Manganeso de Rusia en 1900 hizo disminuir paulatinamente las actividades hasta que finalmente se abandonaron las minas. En 1941 las pertenencias pasaron a la Cía. Manganesos de Atacama que las ha venido trabajando desde entonces.

Desde el punto de vista estratigráfico pertenecen a la Formación Qda. Marquesa del Cretáceo Inferior. Su génesis está relacionado con la de los mantos manganesíferos del Ciclo Medio que ya hemos descrito y obedece a un proceso repetido de efusión volcánica de Manganeso alternado con recubrimientos de lavas andesíticas y de sedimentos clásticos costeros procedentes de la erosión de rocas volcánicas continentales. Estructuralmente el yacimiento está situado en el ala oriental de un sinclinal cuyo eje tiene rumbo Norte. El manto es, en general pequeño y con caída al Oeste.

En líneas generales el manto yace sobre un banco de conglomerados y brechas porfiríticas verdosas y lleva al techo areniscas rojas y una delgada capa arcillosa. Su espesor es bastante uniforme, 1.5 m. a 2 m. y dentro de él la mineralización está constituida por una serie de capas de Manganeso separadas entre si por delgadas intercalaciones de areniscas rojas. La mineralización se presenta en dichas capas en forma de guías o lentejones de minerales pulverulentos o duros y está representada por braunita, manganita y pirolusita con ganga silícea. La potencia es del orden de 0.60 a 1 m.

Una sección perpendicular Oeste a Este al eje del sinclinal, mostraría los tres sectores siguientes:

1.— Sector Loma Negra constituido por los mantos más superficiales del yacimiento y situados a mayor nivel relativo. Estratigráficamente están encajados en la secuencia de areniscas rojas de la forma ya descrita. La potencia del manto mineralizado es de 2 m. con un 30% de ley solamente.

2.— Sector Gray situado al Este del anterior y a nivel inferior. Guarda idéntica formación, pero la potencia disminuye hasta un metro, y la ley aumenta al 45%. El mineral blando es rico en pirolusita.

3.— Sector Cocinera. Al SE de los dos anteriores. La potencia del manto cae a

0.50 m. y la ley crece hasta un 48°/o con mineralización de braunita y pirolusita más dura que en le Sector Gray. El manto está cerca del piso en la Formación de areniscas y tiene pendiente 60° al SO. Este sector aparece cortado al SE por una falla que precipitó el manto 250 m. abajo.

La llamada mina Cocinera fue la mina de Manganeseo más antigua de Chile y se explotó desde 1885 con leyes cercanas la 50°/o de Mn. Algunos análisis de partidas vendidas ofrecen los resultados siguientes:

	1	2	3
Mn	46,50 o/o	47,70 o/o	48,10 o/o
SiO <sub>2</sub>	0,89 o/o	0,68 o/o	0,84 o/o
Ca	3,46 o/o	4,89 o/o	3,42 o/o
Ba	1,11 o/o	1,73 o/o	1,86 o/o

Esta mina llegó a dar 1.000 Tons. mensuales y se explotó por socavones y numerosos pozos o diques con profundidades variables de 30 a 70 m. y con una red de galerías de varios kilómetros de longitud. De estos pozos sólo quedan hábiles ocho que se utilizan esporádicamente cuando se hace necesario extraer más toneladas de mineral de alta ley de los pilares de mantenimiento abandonados para compensar las caídas ocasionales de ley de Manganeseo en el resto de las explotaciones. Por lo demás esta zona rica puede considerarse prácticamente agotada.

El sistema de explotación utilizado, con tanta abundancia de pozos, tuvo la ventaja de facilitar grandemente la ventilación evitando el Manganismo, enfermedad que se ha presentado en muy contados casos.

Explotación en el Sector Gray. En esta zona existen actualmente en explotación tres pozos: uno de 40 m. de profundidad con torre de extracción no equipada todavía; otro que llega a los 70 m. equipada con castilleta, motor de 14 HP y compresor de 45 HP y un tercero de 124 m. de profundidad, todavía sin equipo mecánico. Los dos primeros dan un total de 1.800 m. de galería de servicio.

La preparación del mineral consiste solamente en una criba vibratoria montada a la salida del segundo pozo. El mineral se clasifica en dos lotes: uno constituido por un 30°/o de granza de tamaño superior a 3/8 que tiene una ley del 30-34°/o de Mn y otro formado por fino y polvo (llampo) de tamaño inferior a 3/8 que contiene un 40°/o de Mn y que se envía al mercado. La granza se almacena en tolvas y se espera durante un año a que la meteorización desprenda el polvo adherido a las partículas estériles. Al cabo de este tiempo se vuelve a cribar obteniéndose un

material pulverulento con 34<sup>o</sup>/o de Mn.

Transporte: El mineral se traslada por camiones hasta la planta que en Guayacán, Puerto Coquimbo, tiene la Cía. El acceso es largo, 85 Km. y difícil por el trazado de la carretera. Se efectúa por Andacollo y cuesta E<sup>o</sup> 20 la tonelada (US\$ 2 aprox.)

Como instalaciones accesorias existe un tranque construido por la Compañía sobre la qda. Cachaco, 7 Km. aguas abajo del campamento.

La producción actual se descompone en:

- a) Mineral con 48<sup>o</sup>/o de Mn para exportación. Muy poca cantidad por agotamiento de las reservas y difícil venta.
- b) Mineral con 34<sup>o</sup>/o de Mn que se vende para ferromanganeso.
- c) Bióxido de Manganeso escogido en la zona de Manto Gray con un 54<sup>o</sup>/o de Mn equivalente al 80<sup>o</sup>/o MnO<sub>2</sub>. La pirolusita de tamaño inferior a 1/4 es la de la ley más alta. Este bióxido se clasificó como "Chemical Grade".

En 1953 la Compañía produjo 50.000 Tons. la mayor parte procedente de Corral Quemado. Después, la producción se mantuvo alrededor de 25.000 tons. por año.

---

1962	24.000 Tons.
1963	22.485 Tons.
1964	15.931 Tons.
1965	14.675 Tons.
1966	17.505 Tons.
1967	14.525 Tons.
1968	13.033 Tons.

---

La producción de Bióxido podría alcanzar unas 100 Tons. mensuales, pero el consumo nacional es sólo de 10-15 Tons. al mes.

En 1957 la Empresa empleaba unos 700 obreros. La nómina al 31 de Agosto de 1969 es de sólo 155.

Las reservas son bastante considerables. Las de mineral con 48<sup>o</sup>/o de ley se han agotado. En Loma Negra, según un estudio sistemático realizado por la Compañía, hay 1.5 millones de toneladas muestreadas y cubicadas con un 25<sup>o</sup>/o de Mn y unos 4

millones de Tons. con un 20°/o de Mn. Un estudio realizado por la Bethlehem, mediante sondeos, eleva esta última cifra a 10 millones de tons. al 18°/o. El futuro de la explotación se enfoca hacia el aprovechamiento de estas grandes masas de mineral pobre. Para ello se están efectuando, desde hace años, estudios de concentración, habiéndose realizado pruebas con sistemas electromagnéticos, gravimétricos y de flotación diferencial. Las pruebas realizadas por flotación parecen ir por buen camino aunque evidentemente la molienda fina no solo encarece el proceso sino que además crea problemas para la posterior utilización del mineral exigiendo un sistema de aglomeración en la Planta de la mina o la modificación de los hornos de ferro aleaciones. El problema fundamental se debe a la formación eolítica del mineral que presenta al Manganeso depositado alrededor de finísimas partículas de caliza lo que obliga a moler a menos 200 mallas para lograr su separación por flotación diferencial. En las pruebas realizadas se han encontrado en las colas pérdidas de Manganeso con finura de 1.000 mallas.

**Yacimientos de la Fragua.** Están situados a 750 m. de altitud en la confluencias de la qda. Cachaco y qda. Fragua a unos 15 Km. al Sur de Corral Quemado y constituyen con estos últimos una sola unidad geológica. Las concesiones que los cubren pertenecen también, en su casi totalidad a la Cía. Manganesos de Atacama y se distribuyen a ambos lados de la qda. Cachaco. Estratigráficamente pertenecen, como hemos dicho, a la Formación Qda. Marquesa del Cretáceo Inferior, pero a diferencia con Corral Quemado, aparecen en estas zonas dos niveles mineralizados correspondientes al Ciclo Medio y al Ciclo Superior. Este último, que no aparece en Corral Quemado, está representado en el Distrito de La Fragua solamente en la mina Chamuscada situada en la vertiente oriental de la qda. Cachaco al Norte de su confluencia con la qda. Fragua. En esta mina la secuencia estratigráfica es la siguiente de arriba abajo:

1. Cubierta aluvional; Cuaternario
2. Conglomerado y areniscas rojas, Cretáceo
3. Manto Superior mineralizado (Ciclo Superior)
4. Areniscas calcáreas.
5. Brechas andesíticas y areniscas rojas.
6. Capa delgada de lutita plástica (Jaboncillo).
7. Manto inferior mineralizado (Ciclo Medio).
8. Base de conglomerado y brechas porfiríticas verdosas.

El manto superior tiene una composición y estructura similar al inferior, pero por su poca extensión no se explota. La potencia es de 0.30 a 2 m. Tiene una estructura bandeada o lenticular entre areniscas. La mineralización predominante es pirolusita.

El manto inferior, originado en el ciclo medio de mineralización, es el más

extenso, es el que se explota y es el que comprende el ya descrito en Corral Quemado. Su potencia varía desde 0,30 a 7 m. y su manto es prácticamente horizontal. Está constituido por una serie de capas concordantes de Manganeso pulverulento de alta ley, de Manganeso duro más pobre y de areniscas rojas. A veces hay areniscas negras y brechas que contienen Manganeso. En las areniscas rojas formadas por clastos de origen volcánico han aparecido (M. Zentilli) restos de tallos vegetales fósiles. La potencia reducida es de 0,30 a 2 m. La mineralización primaria está representada por braunita y hausmanita y la secundaria por pirolusita y manganita. La ley de Manganeso varía de 40 a 48<sup>o</sup>/o. En ambos mantos aparecen leyes de cobre que van del 0,50<sup>o</sup>/o al 1,2<sup>o</sup>/o, lo que constituye un serio problema ya que el límite comercial permitido es el de 0,2<sup>o</sup>/o.

Las reservas, no bien calculadas por esta razón económica, son importantes.

La génesis de estos yacimientos corresponde en todo a la descrita para el ciclo medio de la Provincia Metalogénica, es decir Manganeso de origen volcánico en alternancia con capas sedimentarias de materiales de origen detrítico volcánico.

En el sector Fragua se han explotado muchas minas que se fueron cerrando por agotamiento de las reservas de alta ley de Manganeso o por haber aumentado la proporción de cobre. Hasta 1964 estuvo en explotación la mina Carolina que sumaba unos 750 m. de labores entre socavones y piques. Actualmente sólo queda en actividad en este sector la mina Mediodía en la que se explota el nivel inferior del manto que yace, en estas pertenencias, casi horizontalmente. La mineralización es regular con un 40–44<sup>o</sup>/o de Mn y abundancia de mineral en polvo en las zonas de enriquecimiento. El método de explotación usado es el de cámaras y pilares. Tiene unos 15 obreros fijos y el resto son pirquineros. No existe preparación mecánica y el mineral se selecciona a mano. La producción está condicionada por la necesidad de mezclarla con otros minerales exentos de cobre para obtener finalmente una ley máxima de 0,20<sup>o</sup>/o Cu. El límite de la producción sería de 400 Tons. por mes. Actualmente se producen entre 270 a 300 Tons. mensuales. Las reservas de esta mina se estiman en unas 50.000 Tons. al 44<sup>o</sup>/o.

### D.3.— Metalurgia

En Chile existen tres instalaciones de pequeña capacidad para fabricar aleaciones de Manganeso. La capacidad total instalada es de 25.000 Tons. anuales que requerirían unas 65.000 Tons. de mineral. Ritmo al que nunca se trabajó por falta de mercado.

1.— Planta de Guayacán. Está situada en las inmediaciones del puerto de Coquimbo. Es propiedad de la Cía. Manganesos de Atacama y constituye el terminal de las instalaciones de la Compañía tanto para fabricar ferromanganeso como para preparar los minerales para su exportación.

El horno se paralizó en 1966 por dificultades en el suministro de energía eléctrica debida a las restricciones impuestas por la sequía y además por las irregularidades en el servicio por no existir entonces, red de compensación. El alto precio resultante para el Kw/h obligó a suspender la fabricación de ferromanganeso.

La instalación consta de:

- a) Cancha y tolva de recepción de minerales para clasificación y mezcla.
- b) Tambor rotatorio con nodulación por agua.
- c) Sistema mecánico de carga del horno.
- d) Horno eléctrico de 1.800 Kw. con tres electrodos refrigerados por camisas de agua, que trabaja a 1.700° C. Su capacidad es de 10.000 Tons. anuales de ferromanganeso.

El mineral fino llega con 40—42% de Mn; 12% CaO y 4% SiO<sub>2</sub>. La carga del horno por tonelada de mineral se compone de:

Nódulos de Manganeso	1.000 Kgs.
Coke	240 Kgs.
Viruta hierro	60 Kgs.
Fundente	30 Kgs.

El tiempo de fusión es de una hora. En cada descarga se obtienen unos 800 Kgs. de ferromanganeso alto carbón o Standards. La producción diaria era de unas 18 Tons. de ferromanganeso que consumía entre 40 y 45 Tons. de mineral. La composición de los minerales de Corral Quemado por su contenido en caliza y en sílice los hace fácilmente fusibles, ahorrando energía eléctrica.

El ferromanganeso que se obtenía daba el análisis siguiente:

Manganeso	75°/o
Carbón	6-7°/o
Hierro	14°/o
Sílice	1°/o máximo
Fósforo	0,04°/o
Azufre	0,003°/o

La incidencia en el costo de los distintos factores que intervienen en su producción es la siguiente:

Mineral	39°/o
Coke	28°/o
Energía Eléctrica	17°/o
Sueldos y jornales	9°/o
Cuarzo, viruta, electrodos	4°/o
Varios	3°/o
	100°/o

La producción en los últimos años fue:

1962	3.182 tons.	trabajó	7 meses
1963	2.583 tons.	trabajó	7 meses
1974	1.402 tons.	trabajó	3.1/2 meses
1965	—	no trabajó	
1966	1.218 tons.	trabajó	3 meses
1967	1.064 tons.	trabajó	2.1/2 meses

2.— Planta San Vicente. Está situada en Talcahuano y es propiedad de Carburo y Metalurgia S.A. Procesa minerales procedentes de los yacimientos de Corral Quemado y de Los Loros. Recientemente se le autorizó importar un cierto porcentaje de mineral africano para mejorar su rendimiento.

El horno tiene una potencia de 5.000 Kw y una capacidad de 13.500 tons. anuales. Tiene tres electrodos de 0.75 cm. de diámetro y la cuba es de 13 pulgadas de diámetro interior. Consume alrededor de 2.5 Tons. de mineral por tonelada de ferromanganeso.

Produce las aleaciones siguientes:

1.— Ferromanganeso Alto Carbón o Standard

---

Manganeso	74/78 %
Carbón	7,50°/o máx.
Sílice	1,20°/o máx.
Fósforo	0,35°/o máx.
Azufre	0,05°/o máx.

2.— Ferromanganeso Medio Carbón

---

Manganeso	80/85 %
Carbón	1,50°/o máx.
Sílice	1,50°/o máx.
Fósforo	0,30°/o máx.
Azufre	0,02°/o máx.

3.— Ferromanganeso Bajo Carbón

---

Manganeso	80/85 %
Carbón	0,50°/o máx.
Sílice	1,50°/o máx.
Fósforo	1,30°/o máx.
Azufre	0,02°/o máx.

4.— Ferromanganeso Bajo Hierro

---

Manganeso	85 %
Hierro	2,5 a 3,00°/o máx.
Carbón	6,00°/o máx.

5.— Silicomanganeso

---

	Manganeso	85/88 %
Tipo a.	Sílice	16 a 18 %
Tipo b.	Sílice	18 a 20 %
Tipo a.	Carbón	1,50°/o máx.
Tipo b.	Carbón	0,20°/o máx.
	Fósforo	0,20°/o máx.
	Azufre	0,04°/o máx.

---

La producción media anual es:

Ferromanganeso Standard	6.000 ton.
Ferromanganeso Medio Carbón	120 ton.
Ferromanganeso Bajo Carbón	80 ton.
Ferromanganeso Bajo Hierro	200 ton.
Silicomanganeso	1.200 ton.
<b>Total</b>	<b>7.600 ton.</b>

Las cifras de venta en los últimos años fueron las siguientes:

	Ferromanganeso	Silicomanganeso
1962	E° 16.025	E° 2.143
1963	12.290	1.116
1964	7.407	1.850
1965	6.302	1.757
1966	7.271	3.095
1967	3.039	1.757
1968	5.418	1.933

La producción en los dos últimos años ha sido:

	Ferromanganeso	Silicomanganeso
1967	3.887 Ton.	1.904 Ton.
1968	5.539 Ton.	2.059 Ton.

Actualmente sólo produce ferromanganeso standard y silicomanganeso en campañas alternadas siendo la producción de esta última aleación aproximadamente un 50% de la de ferromanganeso. La marcha del horno está entorpecida por la tarifa de la energía eléctrica que obliga a marchar en hora de baja carga de la red. El horno no es moderno y admite hasta un 40% de polvo como máximo. Normalmente se trabaja con un 30%. El creciente porcentaje de polvo en los minerales plantea el problema de tener que nodular toda la carga mediante la instalación de una nueva unidad de nodulación. La que existe en la actualidad produce ovoides comprimidos por un sistema de dos tambores cilíndricos moldeados y calientes entre los cuales pasa el mineral en polvo mezclado con maleza como

aglomerante. La humedad del clima prohíbe la nodulación por agua.

La producción está limitada por el consumo de la C.A.P. Esta compañía cuyas instalaciones distan pocos kilómetros de San Vicente, está produciendo actualmente unas 60.000 Tons. anuales de acero que a razón de 7 Kgs. de ferromanganeso por 1.000 Tons. de acero necesitan 4.200 Tons. anuales de ferromanganeso. En los planes de expansión de C.A.P. figura el alcanzar las 800.000 Tons. lo que en números redondos significaría como futuro las 6.000 Tons. año de ferromanganeso.

El transporte del mineral desde el muelle Coquimbo a planta San Vicente es de E° 60.- equivalente a unos US\$ 5.

3.— Planta de Nos. Instalada en San Bernardo (Prov. de Santiago) y es también propiedad de Carburo y Metalurgia S.A. Tiene una capacidad de 1.800 Kw. Actualmente la producción de aleaciones de Manganeso está parada por falta de mercado. La planta se dedica a elaborar Carburo y Ferrosilicio.

En términos generales las plantas de Carburo y Metalurgia S.A. consumen mineral de alta y baja ley en la proporción de 2.5 Tons. por tonelada de ferromanganeso y la planta de Guayacán empleaba solamente minerales de baja ley a razón de 3 Tons. por una de ferromanganeso producido.

## V.— COMERCIALIZACION

### A.— PRESENTE

El empleo de Manganeseo en ferro—aleaciones para la fabricación del acero lo convierte en el mineral más estratégico del grupo de los no férricos.

Los principales consumidores son EE.UU. y URSS. El primero depende en su casi totalidad de las importaciones. Antes de la Guerra de Corea el 75<sup>o</sup>/o de su consumo era cubierto por los minerales rusos ya que los países del área socialista representaban la mitad de la producción mundial. Al comenzar la Guerra de Corea en 1950 la URSS canceló los contratos con EE.UU. Las exportaciones de la URSS en el año 1959 alcanzaron 1.100.000 Tons. que se distribuyeron como sigue:

---

Polonia	290.000
Alemania Oriental	196.000
Francia	118.000
Inglaterra	116.000
Alemania Occidental	110.000
Checoeslovaquia	104.000
Noruega	42.000
Suecia	30.000
Japón	25.000
Austria	18.000
Yugoeslavia	17.000
Italia	14.000
Varios	20.000

---

El desabastecimiento producido por la posición de la URSS en el suministro del mercado de Nueva York fue suplido por la India que al poco tiempo creó un derecho de exportación sobre sus minerales para obtener mayor beneficio. Esto, unido a sus dificultades internas de transporte, que se reflejaron en irregularidades en los embarques, y a sus frecuentes variaciones de precio produjo un clima de desconfianza en los fabricantes norteamericanos que provocó la cancelación de contratos indostánicos y trajo como consecuencia inmediata una reacción de EE.UU. que impulsaron de tal manera, en el período 1950—1957, la prospección mundial de nuevos yacimientos que en este período se descubrieron más reservas que todas las anteriormente conocidas. Aunque la India continua figurando entre los grandes productores ha sido desplazada del mercado estadounidense por la explotación de los grandes yacimientos descubiertos en Brasil (Amapá) y en Gabón

(Moanda) viéndose obligada a reducir precios y exportaciones. Respecto a la Unión Soviética existe siempre la posibilidad de que, siendo el mayor productor del mundo, vuelva a exportar grandes cantidades.

La producción de acero, a la que tan íntimamente está ligada la industria de Manganese, comenzó a decaer en 1957, llegó a un mínimo en 1958 y no comenzó a recobrase hasta 1963. Naturalmente esto influyó en el comercio del Manganese. Durante este período de dificultades los productores de ferromanganese de Europa y Asia intentaron colocarse en los mercados de EE.UU. obligando a los fabricantes norteamericanos a pedir una protección extraordinaria que el Gobierno denegó. En 1964 el brillante resurgir de la industria del acero y el convencimiento de que el proteccionismo establecido desde hacía 40 años no había servido para encontrar nuevos yacimientos de Manganese en el suelo de EE.UU. dieron como resultado la supresión de los derechos de importación sobre los minerales de Manganese (excepto para la URSS) terminando así con un largo período de protección y con la explotación de una serie de minas marginales que vivían de la política arancelaria. En 1967 se volvió a prorrogar esta excepción de impuestos hasta 1970. En 1966 Inglaterra suprimió los impuestos sobre la importación de metal del 96-99% Mn.

Actualmente el mercado mundial está equilibrado aunque es posible que si continúa el ritmo industrial de desarrollo se produzca un desequilibrio superando momentáneamente la demanda a la producción.

El mercado de mineral está íntimamente ligado a la industria siderúrgica que representa del 93 al 94% del consumo total. Existe una tendencia a la disminución del gasto de Manganese por tonelada de acero como puede observarse en el siguiente cuadro:

	Míneral consumido libras/tons.	Mn equivalente libras/tons.
1954-58	37.18	17.10
1959	32.64	15.43
1960	37.33	17.75
1961	32.63	15.67
1962	35.66	17.02
1963	31.47	14.80

Es aún pronto para apreciar la posible influencia negativa en el consumo de Manganese causada por el nuevo proceso de fabricación de acero con oxígeno. EE.UU., que como hemos visto no tiene producción propia de minerales de alta ley

y depende de vulnerables importaciones, estudia nuevas tecnologías para poder explotar sus yacimientos de baja ley.

El consumo para baterías parece haber llegado actualmente a su tope.

Los stocks tienden a aumentar desde 1966.

**MOVIMIENTO DE MINERALES Y PRODUCTOS DE MANGANESO**  
(en Toneladas)

	1962	1963	1964	1965	1966	1967
<b>Mineral</b>						
Producción	25.000	11.000	26.000	29.000	14.000	13.000
Importación	1.970.000	2.093.000	2.065.000	2.575.000	2.554.000	2.064.000
Consumo	1.865.000	1.842.000	2.242.000	2.873.000	2.370.000	2.383.000
Stock	1.772.000	1.713.000	1.598.000	1.540.000	2.000.000	2.800.000
<b>Ferromanganeso</b>						
Producción	781.000	751.000	929.000	1.148.000	946.000	941.000
Importación	127.000	149.000	213.000	257.000	252.000	216.000
Consumo	805.000	893.000	1.008.000	1.040.000	1.048.000	982.000
Stock	148.000	135.000	108.000	146.192	129.000	310.000
<b>Spiegel</b>						
Producción	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Consumo	36.150	34.000	37.000	32.549	32.000	29.000
Stock	4.684	4.000	4.000	4.903	4.000	35.000
<b>Silicomanganeso</b>						
Producción	136.197	152.000	203.000	240.667	253.000	246.000
Consumo	122.340	144.000	175.000	192.281	174.000	160.000
Stock	13.000	12.398	16.000	14.733	16.000	29.000
<b>Manganeso Metal</b>						
Producción	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Consumo	14.851	19.183	25.734	26.284	24.838	24.043
Stock	1,5	1.736	3.216	3.514	3.420	5.298

(\*) No se han podido obtener datos.

Puede observarse que en 1967 se acentuó la bajada iniciada en 1966 tanto en la producción como en la importación y en el consumo del Manganeso y sus derivados.

Simultáneamente con esta baja ascendieron los stocks indicando claramente una pequeña crisis en la producción siderúrgica.

En 1967 los G.S.A. pusieron en venta un total de 1.800.000 tons. de minerales de Manganeso de distintas procedencias a distribuir en 8 años.

### Especificaciones comerciales

Los minerales se clasifican de una manera general por su destino en Siderúrgicos, Químicos y para Baterías. Los Siderúrgicos se subdividen según la relación Mn/Fe en los tipos correspondientes a su utilización en fabricación de los distintos ferromanganesos, Spieguel y Metal. Deben tener un mínimo de Manganeso de un 40°/o equivalente a un 65°/o de MnO<sub>2</sub>, un máximo de Fe de 8°/o a 16°/o; un máximo de 12°/o a 15°/o de SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0,18°/o a 0,30°/o de Fósforo. Los Químicos y para Baterías deben tener un mínimo de 80°/o MnO<sub>2</sub> y estar casi exentos de hierro.

El Bióxido de Manganeso tipo A utilizado en química debe tener un mínimo de 80°/o de MnO<sub>2</sub>, equivalente a un 50°/o de Manganeso, y un máximo de 3°/o de hierro. El tipo B empleado para la fabricación de permanganatos debe tener un mínimo de 83–85°/o de MnO<sub>2</sub>, equivalente a un 53 a 54°/o de Manganeso, y un máximo de 3°/o de hierro.

Los Ferromanganesos se clasifican en:

A.— Ferromanganeso Alto Carbón o Standard (en °/o)

Manganeso	70-76
Carbón	7,50 máx.
Sílice	1,75 máx.
Fósforo	0,45 máx.
Azufre	0,05 máx.
Hierro	14,25 mín.

B.— Ferromanganeso Medio Carbón se divide en cinco tipos según su contenido en Carbono. (en °/o)

	1	2	3	4	5
Manganeso	80,00	80,00	80,00	78,00	76,00
Carbón	0,50	1,00	1,50	7,00	7,00
Sílice	2,50	2,00	2,50	2,00	2,00
Fósforo	0,30	0,30	0,30	0,33	0,38
Azufre	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

C.— Ferromanganeso Bajo Carbón se divide en cinco tipos. (en ‰)

	1	2	3	4	5
Manganeso mín.	96,00	94,00	91,00	86,00	84,00
Carbón	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20
Sílice	1,00	2,00	3,50	4,00	4,50
Fósforo	0,20	0,30	0,45	0,50	0,60
Azufre	0,10	0,10	0,15	0,15	0,20
Aluminio máx.	0,50	1,00	1,50	2,00	3,00

El Spiegel se sub-divide en tres grados por su contenido en Manganeso. (en ‰)

	1	2	3
Manganeso	10-15	15-20	20-25
Carbón	5,00	5,00	5,00
Sílice	2,00	2,00	2,00
Fósforo	0,18	0,20	0,22
Azufre	0,03	0,03	0,03

El Manganeso Metal aluminotérmico tiene tres tipos. (en ‰)

	1	2	3
Manganeso	90,0	90,0	90,0
Carbón	0,1	0,2	0,3
Sílice	1,5	1,5	2,0
Fósforo	0,06	0,06	0,06

## El Metal Electrolítico (en 0/0)

Manganeso mín.	99.000
Carbón máx.	0,004
Sílice	0,025

El Silicomanganeso se divide en tres clases por su contenido en Silicio. (en 0/0)

	1	2	3
Manganeso	60,0	65,0	65,0
Sílice	14-17	17-20	20,0
Fósforo máx.	0,2	0,1	0,1
Carbón	0,5	0,75	1,0

## Precios

### Minerales

Hay en general tantos tipos de minerales como de productores y es práctica muy conocida el efectuar mezclas para obtener la proporción deseada de Manganeso, Sílice, Fósforo y Carbono. Las mezclas se realizan de acuerdo con el tipo de ferro-aleaciones requeridas.

Las compras se hacen casi siempre con bastantes meses de anticipación. Los minerales se venden generalmente f.o.b. comprando directamente de las minas a través de agencias especializadas. Los precios se establecen por contenido de Mn. expresados en unidades.

### MINERAL DE MANGANESO — US\$ por unidad contenida

Mineral	1935	1949	1960	1965	1966	1967	1968	1969
48-590/0 Mn	0.47	0.72	0.82	0.80	0.80	0.77	0.62	0.57

### BIOXIDO DE MANGANESO — Se cotiza en US\$ por Ton.

870/0 Africa

FERRO—ALEACIONES — A diferencia del mineral se compran con base de un mes.

**Ferromanganeso**

**Alto Carbón o Standard (1)**

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
74—76 <sup>o</sup> /o Mn	190.	172.	168.	175.	167.	167.	165.	165.
78—82 <sup>o</sup> /o Mn				173.	173.	173.	170.	170.
Bajo Fósforo				183.	183.	183.	180.	180.

Medio Carbón (2)	24	20.5	18.	18.8	16.5	16.5	17.0	17.0
------------------	----	------	-----	------	------	------	------	------

**Bajo Carbón (2)**

Tipo 1 Bajo Fósforo				28.	30.	30.	30.5	30.5
Tipo 2 0,1 <sup>o</sup> /o C.				26.	27.	27.	27.5	25.0
Tipo 3 0,3 <sup>o</sup> /o C.				24.5	25.5	25.5	26.0	25.0
Tipo 4 0,75 <sup>o</sup> /o C.				24.	24.5	24.5	25.0	25.0
Tipo 5 DQ Mn				23.5	23.5	23.5	24.0	24.0

**Spiegelisen (1)**

Tipo 1	88.	82.	85.	87.	87.	87.	87.	87.
Tipo 2	90.	84.	87.	89.	89.	89.	89.	89.
Tipo 3	92.5	86.5	89.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5

**Sílice—Manganeso**

Tipo 1	10.1	8.8	7.8	8.0	8.15	8.15	8.10	8.10
Tipo 2	10.3	9.0	8.0	8.2	8.35	8.35	8.30	8.40
Tipo 3	10.6	9.4	8.3	8.5	8.65	8.65	8.50	8.60

**MANGANESO METAL (2)**

Aluminotérmico Stand.	31.0	30.50	30.75	28.85	28.85	28.85	28.85	26.60
Aluminotérmico sin H.	31.75	31.25	31.25	29.60	29.60	29.60	30.60	27.35
Electrolítico (99,9 <sup>o</sup> /o Mn)	33.75	33.75	34.50	33.60	33.60	33.60	33.60	28.60
Electrolítico 6 <sup>o</sup> /o N	33.25	36.25	36.50	34.60	34.60	34.60	34.60	30.60

Los precios en general son bastante firmes y regulares con tendencia a la baja.

(1) Se cotiza en US\$ por Ton.

(2) Se cotiza en libras de Mn. contenido.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE PRECIOS DE LOS  
PRODUCTOS DE MANGANESO**

(Cent. de U.S.\$., por libra Mn. cont.).

**F E R R O - M A N G A N E S O**

<b>Año</b>	<b>Standard Alto C</b>	<b>Medio C</b>	<b>Bajo C</b>	<b>Metal Electrolítico</b>
1959	16.30	25.50	33.60	32.75
1960	14.70	24.00	31.10	33.75
1961	12.70	24.00	31.10	33.75
1962	12.70	22.50	30.25	31.00
1963	11.30	18.50	25.00	30.50
1964	9.90	17.50	23.50	30.50
1965	10.00	15.80	26.50	30.00
1966	10.90	16.20	26.50	28.85
1967	10.90	16.50	25.50	28.85
1968	10.80	17.00	26.00	29.85
1969	10.80	17.00	25.00	26.60

**B. - FUTURO**

Los productores de Ferromanganeso de los EE.UU. contemplan tres problemas. a) Su dependencia total de las importaciones; b) Su dependencia de un solo comprador que es la industria del acero; y c) La competencia de los ferromanganesos importados producidos a bajo precio en Africa y Asia. Los dos mayores productores de acero de EE.UU., la Bethlehem Steel y la U.S. Steel, son también los mayores productores de ferromanganeso y tienen sus fuentes propias de abastecimiento de minerales en Brasil y en Gabón respectivamente. A pesar de ello el 53% de la capacidad norteamericana de ferromanganeso es libre entrando en competencia con los demás productores. Esta competencia es debido al fenómeno, ya señalado, de que los grandes depósitos de minerales ricos no se encuentran en los países industrializados y en consecuencia muchos países en vías de desarrollo han comenzado a seguir la política de instalar sus propias fábricas de ferro-aleaciones para evitar de exportar solamente minerales. Como además las instalaciones de ferromanganeso no son tan costosas como las acererías esta tendencia puede además significar un primer paso para obtener su propia industria de acero. La presión originada con esta política obligó a los productores de ferromanganeso de EE.UU. a pedir una protección para

su propia industria. Esta misma preocupación existe en todos los demás países con industrias de ferromanganeso y aún de otros productos a base de Manganeseo. Como ejemplo citemos que el Gabón, además de ferromanganeso, está montando una gran industria de fabricación de baterías secas.

El panorama puede resumirse diciendo: 1. Que actualmente existe en el mundo un exceso de capacidad de instalaciones de ferromanganeso y que estas instalaciones tienden lógicamente a montarse en los países productores de minerales lesionando los intereses de los fabricantes de los países industrializados. 2. Que el principal problema que se presenta a los países industrializados es el de lograr el abastecimiento de Manganeseo en los períodos de emergencia. 3. En épocas normales no existe ningún problema de suministro y la producción puede hacer frente sin dificultades a la demanda de un consumo creciente.

Las previsiones para el año 1975 dan cifras de consumo de minerales del orden de 22.000.000 de Tons., es decir un crecimiento del 5% anual.

## C. - CHILE

### Consideraciones Generales

El mercado tanto exterior como interior de los minerales chilenos de Manganeseo y de sus productos derivados se asienta sobre una base muy reducida y mantenida artificialmente, resultando por lo tanto muy vulnerable a las variaciones del mercado internacional. Las razones son las siguientes:

A. - Alto precio del mineral. Influyen desfavorablemente en el mismo los siguientes factores:

1. - La contextura física. Los minerales producen en mina un gran porcentaje de finos y además se desintegran rápidamente en cancha. esto origina pérdidas y crea dificultades de transporte y tratamiento.

2. - La composición química. Generalmente contiene un elevado porcentaje de sílice y a veces una ley de cobre prohibitiva.

3. - La estructura geológica de los yacimientos. Las capas o mantos no son muy potentes y frecuentemente están distorsionados.

4. - La escasa o nula mecanización de las explotaciones. Esto obliga a depender de una mano de obra cuyo índice de productibilidad y costo es variable.

5.— La carencia de sistemas de concentración para los minerales. Esto reduce la explotabilidad de los yacimientos y hace gravitar sobre el reducido tonelaje aprovechable de alta ley todo el volumen de la explotación.

6.— El elevado transporte desde la mina al puerto de embarque por difíciles caminos. Este factor crea una carga de unos US\$ 3 por tonelada de mineral.

7.— La vecindad de los yacimientos de Manganeso con zonas cupríferas que absorben preferentemente la mano de obra.

B.— Alto Precio de costo de las aleaciones. Inciden en ella los siguientes factores:

1.— El transporte. La gran zona productora de Manganeso dista 800 Km. del principal centro de producción y de consumo de ferro—aleaciones. El transporte del mineral cuesta desde el puerto de Coquimbo a la fundición de Talcahuano E° 60-, equivalente a unos US\$ 5.

2.— La energía eléctrica. Los yacimientos de Manganeso están situados en zonas semi—desérticas en la cuales es notoria la escasez de energía eléctrica. No sólo el precio de ésta resulta elevado sino que además su suministro se ve afectado por sequías, restricciones, etc. la incidencia de estos factores obligó a paralizar en 1966 la fundición de Coquimbo situada en el centro productor de minerales de Manganeso.

3.— La nodulación. El caracter pulverulento de los minerales produce pérdidas en transporte y descarga en puerto así como en cancha de fundición. Las mermas son del orden del 5°/o. Además crea dificultades en el tratamiento en el horno eléctrico y eleva el consumo de electricidad.

Ello obliga a una nodulación que sólo palía en parte este defecto y encarece el tratamiento.

4.— La capacidad de la Plantas de Ferro—aleaciones. La reducida capacidad instalada, que produce lógicamente rendimientos bajos y precios de tratamiento alto duplica, sin embargo, la demanda del mercado nacional.

5.— La calidad del mineral nacional. El contenido de Manganeso aún en los minerales de alta ley, es inferior al de los minerales extranjeros que pueden importarse.

6.— Los fletes de exportación. El alejamiento geográfico de Chile de los principales centros consumidores de ferro—manganeso constituye una pesada carga

para el desarrollo de la industria de ferro—manganeso.

C.— El limitado mercado interior. Las limitaciones impuestas a un mercado, prácticamente monopolizado por un solo consumidor, hacen que aquel no pueda absorber ni distribuir los efectos de cualquier variación externa. El crecimiento de la demanda nacional queda condicionado al aumento vegetativo del 2 al 3% de la industria siderúrgica.

D.— La política de cambios. El sistema empleado hace que las consecuencias del proceso inflacionista del país no se reflejen ágilmente en los precios de venta aunque si en los de costo. Con este desajuste la industria pierde los eventuales beneficios provocados por las devaluaciones que quedan en parte absorbidas por el valor ficticio atribuído al dólar de retorno.

### Mercado de Minerales

El mineral de Manganeso que se ofrece en el mercado chileno se descompone en tres tipos:

- a) Mineral de alta Ley (45—50% Mn). Hace algunos años representó el 80% de la producción total. Hoy esta proporción ha disminuído notablemente. Una parte de este tipo de mineral se destina a la fabricación nacional de aleaciones manganesíferas. La otra parte se exporta cuando el mercado lo permite. Este tipo de minerales se divide en dos clases: de primera, mínimo 48%; máximo 8%  $\text{SiO}_2$ , 6% Fe, 10% Cu y 0,12% P; y de segunda: mínimo 45% Mn, máximo 13%  $\text{SiO}_2$ , 10% Fe, 0,20% Cu y 0,30% P.
- b) Mineral de Baja Ley (30—40% Mn). Se dedica exclusivamente y como única posibilidad de utilización, a la fabricación nacional de ferro y silico—manganeso. Hasta el año 1966 este mineral, producido en la provincia de Coquimbo por la Cía. Manganesos de Atacama se consumía en la fábrica de Guayacán, propiedad de la citada Compañía.
- c) Mineral de Bióxido de Manganeso (54% Mn). Se produce en muy pequeña cantidad, unas 180 toneladas al año. Este mineral procede de una sola mina Mantos Gray (Cía. Manganeso de Atacama) y se obtiene por escogido a mano. Está clasificado como "Chemical Grade", con 54% Mn equivalente a 80%  $\text{MnO}_2$ , y se intenta mejorar sus características para elevarlo a la categoría de "Battery Grade" cuyo valor es muy superior y cuyo destino podría ser la

fabricación nacional de baterías secas. Por su escaso volumen e importancia no volveremos a mencionarlo en este estudio.

Desde hace años la industria chilena del Manganeso está afectada por dos serios problemas. Uno el creado por la baja de las cotizaciones internacionales de los ferro-manganeso y otro, el producido por el continuo aumento de los precios nacionales de costo. El resultado conjugado de ambos problemas ha creado una situación angustiosa de paralización y abandono de las explotaciones que el Gobierno ha tratado de resolver por distintos procedimientos. La relación histórica de este proceso, continuamente revisado por el Servicio de Minas del Estado y por la CORFO, es el siguiente:

Año	Empresa	Tipo Mineral	E° Costo/ton.	E° Venta/ton.	E° Diferencia
1961	Cía M. Atacama	Alta Ley	45.80	40.50	- 5.30
	"	Baja Ley	27.50	24.80	- 2.70
1962	Cía M. Atacama	Alta Ley	63.50	72.65	9.15
	"	Baja Ley	29.20	29.80	0.60
1963	Cía. M. Atacama	Alta Ley	79.00	74.00	- 5.00
	"	Baja Ley	40.00	41.00	- 1.00
1963	Mang. de Chile	Medio	43-48	-	-0.2 a -8
1964	Cía. M. Atacama	Alta Ley	84.00	88.00	4.00
	"	Baja Ley	43.00	48.00	5.00
1965	Cía. M. Atacama	Medio	110.00	101.00	- 1.00
1966	Cía. M. Atacama	Alta Ley	172.00	170.00	- 2.00
1968	Cía. M. Atacama	Alta Ley	266.00	222.00	- 44.00
	"	Baja Ley	132.00	135.00	3.00
1969	Cía. M. Atacama	Alta Ley	354.00	297.00	- 57.00
	"	Baja Ley	210.00	203.00	- 7.00

El 1° de Junio de 1962 el Gobierno estableció un sistema de bonificación pagando E° 9.50 por tonelada de mineral de alta ley equivalente a un 23°/o y E° 5.45 para el mineral de baja ley equivalente al 22°/o. Este sistema solo duró hasta el 15 de Octubre de 1962 cuando se aumentó el valor del dólar de retorno en un 33°/o pasando de E° 1.05 a E° 1.400 por dólar.

En Junio de 1967, con intervención de CORFO, se estableció un convenio comercial por tres años entre la Cía. Manganesos de Atacama, Carburo y Metalurgia S.A. y la Cía. de Acero del Pacífico. Esta última, la CAP, prefería importar ferromanganeso del exterior. Carbonet por su parte obtenía mejores rendimientos con minerales africanos. Las minas nacionales se veían obligadas a paralizar. Para

evitarlo se resolvió, mediante el convenio, que la Cía. Manganesos de Atacama entregase a Carbonet unas 17.000 Tons. al año con ley base de 40% Mn a un precio de US\$ 26.60 f.o.b. Coquimbo al cambio fijo durante 1967 de E° 5.10. Para 1968 estos precios se gravaron en un 10% y se reajustaron cada seis meses según las variaciones del índice de precios al por mayor. Una serie de dificultades surgidas durante la vigencia de este contrato ha motivado que el convenio esté actualmente en revisión siendo posible que se de entrada en el mismo a los minerales de Los Loros.

La preocupación de los explotadores (Cía. Manganesos de Atacama) por reducir los gastos a lo largo de este difícil período se refleja en el cuadro siguiente:

**VARIACION DE INCIDENCIA DE MANO DE OBRA EN COSTO  
PRODUCCION DE TONELADA DE MANGANESO**

Año	% Mano de Obra en Costo	% Variación	% Variación de la Producción	% Variación del Costo
1958	48.39	100.00	100.00	100.00
1959	57.20	118.21	74.72	85.16
1960	59.58	123.12	76.15	95.90
1961	65.10	134.53	48.64	92.72
1962	74.72	154.41	89.90	60.97
1963	62.56	129.28	80.07	68.19
1964	60.72	125.48	55.69	83.99
1965	61.46	127.00	54.97	92.33
1966	53.44	110.44	65.48	88.43
1967	55.46	114.31	55.63	100.34
1968	50.26	103.86	53.93	100.00

La descomposición del costo total da los siguientes ejemplos en porcentajes:

	1961	1963	1966	1969
1.— Sueldos y jornales (c/c.s.)	53	65.10	62.56	53.44
2.— Transporte (fob) y materiales	24	27.09	26.27	23.31
3.— Mermas (polvo y humedad)	6	5.18	7.11	6.23
4.— Amortización y penalización	2	2.63	4.06	4.22
5.— Arrendadores	—	—	—	12.80
6.— Gastos generales	15	—	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## C.1.— Mercado Interior

Las ventas de mineral en el mercado interior para fabricar ferromanganeso y las exportadas directamente por la Cía. Manganesos de Atacama quedan reflejadas en el cuadro siguiente:

### VENTAS MINERAL ALTA LEY DE LA CIA. MANGANESOS DE ATACAMA

Año	Export. 50%o Mn	Valor \$ 1.000	Precio Ton.	Carbonet = 47%o	Valor \$ 1.000	Precio Ton.	Vol. Total
1958	12.896	729	56.5	12.224	674	56	25.120
1959	7.288	298	40.8	13.840	479	34	21.128
1960	3.639	143	39.3	8.152	308	38	11.791
1961	1.291	50	38.8	11.753	437	37	13.044
1962	559	22	39.6	17.454	716	41	18.013
1963	1.436	58	40.0	12.611	488	38	14.047
1964	1.460	59	39.2	6.364	260	41	7.824
1965	9.942	323	32.5	6.408	251	39	16.350
1966	2.722	107	39.2	4.994	196	39	7.716
1967	6.358	245	38.6	6.211	248	41	17.714
1968	2.229	80	36.0	4.105	172	42	6.334

### VENTA DE MINERAL DE BAJA LEY DE LA CIA. MANGANESOS DE ATACAMA

Año	CARBONET Tons.	C. A. P. Tons.	PLANTA GUAYACAN Tons.
1958	—	1.768	6.749
1959	—	2.136	1.363
1960	—	—	4.261
1961	—	—	1.414
1962	—	—	6.618
1963	—	—	5.506
1964	—	—	4.224
1965	408	—	—
1966	—	—	4.153
1967	5.144	—	2.251
1968	9.349	—	—

## C.2.— Mercado Exterior

Las cifras totales de explotación de minerales son:

Año	MINERAL		Precio Ton. US\$	DESTINO
	Ton. Met.	Valor US\$ 1000		
1958	19.963	934	46	—
1959	24.241	624	26	—
1960	21.068	571	27	EE.UU. (97 <sup>o</sup> /o) Alemania Occ. (3 <sup>o</sup> /o)
1961	9.406	240	27	EE.UU., Alemania Occ.
1962	9.879	262	26	—
1963	4.725	140	29	—
1964	3.521	116	33	—
1965	12.844	397	30	EE.UU., Alemania Occ.
1966	2.442	91	36	Alemania Occ.
1967	6.397	255	39	Alemania Occ., EE.UU.
1968	2.540	92	37	Alemania Occ. (100 <sup>o</sup> /o)

Datos del Servicio de Minas del Estado y Bco. Central.

En 1969 se formaron stocks en Coquimbo que alcanzaron 9.000 Tons., en base principalmente al mineral de Los Loros que no está en el convenio.

Las importaciones fueron:

Año	Mineral y Metal (Ton. Met.)	Sales (Ton. Met.)	Valor total US\$
1960	0,5	9.4	4.200
1961	0.2	8.0	3.600
1962	—	4.4	2.400
1963	—	—	—
1964	—	2.5	3.600
1965	12.6	—	3.600
1966	—	27.9	7.300
1967	26.0	—	7.200
1968	8.000.0	—	358.600

Las importaciones de productos manganesíferos son prácticamente nulas y consisten principalmente en sales. Destaca por una vez la importación de 8.000 Tons. de mineral del Gabón destinado a compensar la fabricación de ferro-manganeso en San Vicente.

### C.3.— Mercado de Aleaciones

En 1961 se estableció un convenio con Estados Unidos para pagar con una exportación de 26.000 Tons. de ferromanganeso una partida importada de excedentes agrícolas de ese país. Se adjudicaron 20.000 Tons. a Carburo y Metalurgia S.A. y 6.000 Tons a la Cía. Manganesos de Atacama. El precio atribuido de US\$ 151 produjo grandes pérdidas y los productores plantearon la necesidad de denunciar los contratos. La inspección realizada por el Gobierno comprobó que los precios de costo eran de US\$ 169, es decir que había una pérdida de US\$ 18 en tonelada, lo cual exigía una disminución de US\$ 8 por tonelada. en el precio del mineral (2.5 Ton. de mineral por 1 Ton. de ferromanganeso) destinado a la fabricación de aleaciones. Estos US\$ 8 de forzada rebaja los compensó el Gobierno y se añadieron como bonificación a la que de un 23% se estaba pagando ya a los minerales de alta ley.

El problema del rendimiento económico de la fábricas continuó gravitando sobre el mercado nacional y sobre el Gobierno. En 1963 la Cía. Manganesos de Atacama perdía E° 29 por tonelada de ferromanganeso y "Carbonet" E° 23. En 1964 las pérdidas se elevaron a E° 69 y E° 73 respectivamente. En 1965 la Cía. Manganesos de Atacama perdía E° 108 y poco después decidía cerrar su planta de Coquimbo en vista de la irregularidad del suministro de energía eléctrica que impedía mantener el ritmo de fabricación y que representaba 51.70 centésimos de escudo el Kw/h, casi un 22% de su precio de costo.

#### Costos.

En el cuadro siguiente se reseñan las composiciones de algunos precios de costo de ferromanganeso.

	CIA. MANGANESOS DE ATACAMA				CARBONET		
	1962	1963	1964	1966	1962	1963	1964
Mineral	95.90	99.96	106.55	209.00	139.00	149.42	202.54
E. Eléctrica	47.87	47.15	74.06	136.50	32.11	35.85	45.39
Sueldos, Jornales	19.34	28.91	41.29	95.95	19.40	27.62	30.66
Coke	28.49	34.33	62.00	96.32	13.82	—	23.13
Viruta	4.96	6.16	5.79	20.11	2.84	—	2.54
Electrodos	2.08	2.50	2.78	2.93	8.61	25.02	8.09
Fundentes	0.96	0.33	0.26	3.98	2.29	—	0.15
Mermas	5.83	4.46	6.53	11.21	—	—	—
Amortización	8.95	8.98	17.16	22.73	8.00	8.02	9.13
Materiales	7.10	6.20	12.17	8.25	—	—	21.21
Varios	1.10	3.14	7.10	16.51	27.00 <sup>f</sup>	24.07	7.46
Paralización	222.58	242.11	335.69	—	253.07	270.00	350.30
Penalización	22.26	25.03	14.68	8.25	—	5.50(*)	6.70(*)
(Refundición)	—	40.08	33.56	—	—	—	—
Total	244.84	307.22	383.93	631.74	253.07	275.50	357.00

(\*) Gastos fob.

En 1966 las incidencias en el precio de costo del ferromanganeso fueron:

	CARBONET	GUAYACAN
	%	% E° Ton
Mineral	54	33.51
Energía eléctrica	13	21.88
Coke	9	15.45
Sueldos y Jornales	10	15.39
Amortización	3	3.65
Varios	9	2.65
Viruta hierro	—	1.80
Pérdida/humedad	—	1.79
Gastos embarque	2	1.32
Refundición	—	1.31
Cuarzo	—	0.64
Electrodos	—	0.47
Mineral de hierro	—	0.14
Total	100%	100% E° 620

En 1968 el precio de costo en la planta de San. Vicente fue:

		°/o	E°, Ton.
Mineral	3.200 Kg.	40.00	626
E. Eléctrica	(3.400 Kwh a \$ 60.5)	14.00	206
Coke	480 Kg.	5.60	89
Cuarzo	180 Kg.	0.60	10
Viruta	150 Kg.	0.70	11
Electrodos	45 Kg.	3.00	47
Briquetes	42 Kg.	1.50	15
Sueldos y Jornales		22.00	256
Materiales		4.60	57
Gastos Generales		4.50	65
Amortización		3.00	47
Fletes, patentes, etc.		0.50	9
		100°/o	1.438

En el convenio establecido en Junio de 1927 entre la Cía. Manganesos de Atacama, CAP y Carbonet, éste se obligó a suministrar al mercado nacional 4.400 Tons. anuales de ferromanganeso y 2.100 Tons. de silicomanganeso. Para la CAP, preferentemente, 3.700 Tons. de ferromanganeso y 2.100 Tons. de silicomanganeso a razón de US\$ 215 y US\$ 228 respectivamente. El resto del mercado nacional debe pagar E° 1.300 la Ton. Los precios son reajustables semestralmente. En 1968 los precios de venta oficiales eran E° 1.382 y E° 1.425 para el ferromanganeso y el silicomanganeso de CAP y E° 1.425 y E° 1.567 respectivamente para terceros (a deducir el 8°/o de impuesto de compraventa). Las pérdidas originadas hicieron que los precios revisados y propuestos por CORFO para fines de 1968 fueron de E° 1.693 para el ferromanganeso, E° 1.744 para el silicomanganeso de CAP y E° 1.862 y E° 1.919 para terceros. Las dificultades en el rendimiento de los hornos, el aumento en los precios de costo y los desacuerdos en la forma de pago de los minerales motivó que Carbonet obtuviera una licencia de importación de 8.000 Tons. de mineral del Gabón que se gravaron con un 11°/o de derechos para proteger el mineral nacional. Todo ello ha planteado en la actualidad peticiones de paro y revisión del convenio.

Los resultados de un estudio de CORFO del año 1968, comparando los precios de costo de los ferromanganesos, eran los siguientes:

Costo con mineral nacional (40 <sup>o</sup> /o)	US\$ 137.5 Tn.
Costo con mineral importado (48 <sup>o</sup> /o)	US\$ 160.12 "
Costo con materiales nacionales al precio de mercado	US\$ 253.64 "

Los precios internacionales eran de US\$ 136 por tonelada de ferromanganeso y US\$ 151 el de silicomanganeso.

#### C.4.— Mercado Exterior de Aleaciones

Las exportaciones totales de aleaciones de Manganeso se recoge en el cuadro siguiente:

Año	FERROMANGANESO			SILICOMANGANESO			Destino
	Tons. Mét.	Valor US\$ 1.000	Precio Ton. US\$	Tons. Mét.	Valor US\$ 1.000	Precio Ton. US\$	
1960	3.019	416	138	882	117	132	FeMn Bolivia. 53 <sup>o</sup> /o, EE.UU., Perú, Argentina SiMn EE. UU. 66 <sup>o</sup> /o, Venezuela 33 <sup>o</sup> /o.
1961	3.732	599	160	654	93	142	
1962	13.726	2.090	152	—	—	—	
1963	10.992	1.469	133	—	—	—	EE.UU., Perú, Colombia
1964	5.626	760	135	—	—	—	EE.UU. 100 <sup>o</sup> /o
1965	2.841	351	123	1.640	193	117	EE.UU. 50 <sup>o</sup> /o; Colombia 38 <sup>o</sup> /o; México y Perú 12 <sup>o</sup> /o
1966	3.658	474	139	1.122	136	121	
1967	1.458	197	135	—	—	—	
1968	505	86	170	—	—	—	EE.UU. 100 <sup>o</sup> /o; SiMn Colombia.

Fuente: Servicio de Minas del Estado y Banco Central.

#### C.5.— Mercado Interior de Aleaciones

El principal consumidor de aleaciones manganíferas es la CAP, con un promedio anual de 4.200 Tons. de Ferromanganeso. Además son consumidores:

Cemento Melón	600 Ton./Año
Indura (soldadura)	120 Ton./Año
Electrometalurgia	120 Ton./Año
Varios	300-400 Ton./Año

En total unas 1.200 Ton. anuales.

Las ventas realizadas por Carbonet fueron:

Año	Total ventas (Int. y Ext.) Tons.		Exportación toneladas	
	Ferromanganeso	Silicomanganeso	Ferromanganeso	Silicomanganeso
1960	—	—	2.100	871
1961	—	—	3.712	640
1962	16.025	2.143	12.558	2.143
1963	12.290	1.116	8.724	—
1964	7.408	1.859	3.575	—
1965	6.302	1.757	2.849	1.640
1966	7.271	3.097	3.184	1.122
1967	3.039	1.758	1.041	—
1968	5.418	1.933	507	—

Como resumen el balance comercial del Manganeso se recoge en el siguiente cuadro:

Año	Importación US\$	Exportación Valor total US\$	Saldo
1960	4.200	1.104.000	+ 1.099.800
1961	3.600	932.000	+ 928.400
1962	2.400	2.352.000	+ 2.349.600
1963	—	1.609.000	+ 1.609.000
1964	3.600	876.000	+ 872.400
1965	3.000	941.000	+ 930.000
1966	7.300	1.687.000	+ 1.679.700
1967	7.200	452.000	+ 444.800
1968	358.600	178.000	- 180.600

## Resumen

Los precios de costo son más elevados que los que pueden obtenerse en el mercado internacional. Aunque las plantas de ferromanganeso son susceptibles de mejorar su rendimiento no podrán conjugar la diferencia de precios existente. No se prevee coyuntura de exportación. Por el momento sólo queda procurar el rebajar precios para intentar no continuar gravando el mercado nacional.

**MERCURIO**

# M E R C U R I O

## I N D I C E

	Págs.
I.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	.211
II.- ANTECEDENTES . . . . .	.212
A.- Historia . . . . .	.212
B.- Usos . . . . .	.212
C.- Producción Mundial de Mercurio . . . . .	.215
D.- Reservas Mundiales . . . . .	.217
III.- GEOLOGIA . . . . .	.218
A.- Descripción . . . . .	.218
B.- Génesis . . . . .	.218
C.- Chile . . . . .	.219
C.1.- Provincias Metalogénicas . . . . .	.219
C.2.- Yacimientos . . . . .	.222
C.3.- Mapa de Ubicación . . . . .	.236
C.4.- Reservas . . . . .	.237
IV.- EXPLOTACION . . . . .	.238
A.- Minería . . . . .	.238
B.- Preparación . . . . .	.238
C.- Chile . . . . .	.239
C.1.- Antecedentes . . . . .	.239
C.2.- Minería . . . . .	.240
C.3.- Metalurgia . . . . .	.240
V.- COMERCIALIZACION . . . . .	.241
A.- Presente . . . . .	.241
B.- Futuro . . . . .	.245
C.- Chile . . . . .	.247
C.1.- Mercado Exterior . . . . .	.247
C.2.- Mercado Interior . . . . .	.248

## I. – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. – Todo parece indicar que los altos precios actuales se seguirán manteniendo y no parece absurdo suponer que el precio de US\$ 500 por frasco constituirá una base de estabilización muy deseada por productores y consumidores.
2. – Este precio cambia las posibilidades económicas de explotación que se habían establecido antiguamente. Antes los minerales tenían que poseer un mínimo de 1<sup>o</sup>/o de Hg para ser rentables. Hoy este límite ha caído a 0,30<sup>o</sup>/o. Esto favorece la puesta en marcha de una serie de minas de baja ley y debiera impulsar las explotaciones de los yacimientos chilenos que en general fluctúan entre 0,30 y 0,60<sup>o</sup>/o de Hg.
3. – Aunque la atención sobre el Mercurio se centró en el Distrito de Punitaqui, ayudada probablemente por la alta ley en oro de los minerales de este sector, existen otras zonas, que ofrecen indicaciones de mineralización cuyo origen relación están todavía poco estudiadas.

### RECOMENDACIONES

1. – Sería aconsejable realizar un estudio sistemático de la zona de Los Mantos del Distrito de Punitaqui ampliando las recomendaciones establecidas por las Naciones Unidas en el Proyecto Coquimbo.
2. – Es conveniente hacer una evaluación del potencial contenido en las antiguas toveras y relaves con vistas a su posible aprovechamiento.
3. – De acuerdo con los antecedentes disponibles parece aconsejable estudiar las posibilidades de los yacimientos Tres Hermanos, Los Azogues (Combarbalá y La Platita).

## II. – ANTECEDENTES

### A. – HISTORIA

El Mercurio era explotado y exportado de España por los griegos unos 700 años A.C. Más tarde, año 321 A.C. es mencionado por Teofasto. Aristóteles también lo cita y Plinio lo llama “Hydrargirium” (de donde procede su símbolo) o “Argentum vivum” (plata líquida o viva).

Los árabes lo conocían como “azogue” y lo empleaban sobre todo en ornamentación. Los hindúes lo usaron como medicamento. Durante la Edad Media era objeto de grandes especulaciones y los alquimistas lo consideraban el origen de todos los demás metales. En 1557 se descubrió la recuperación de la plata por su amalgamación con mercurio, método que sólo 13 años después, hacia 1570, se empleaba en Potosí utilizando el Mercurio extraído de cinabrio del cerro Huancavelica (Perú) descubierto en 1561. En Huancavelica se perfeccionó a fines del siglo XVI un método de tostación y condensación que más tarde fué trasladado a las minas de Almadén (España) consideradas como las más importantes del mundo.

En 1643 el barómetro de Torricelli y en 1790 el termómetro de Fahrenheit abrieron un nuevo camino en la utilización científica del Mercurio. Posteriormente su campo de empleo se extendió enormemente, a través de sus innumerables compuestos, con la medicina, la pintura, la metalurgia, la física, la química, los explosivos, etc. Actualmente es uno de los metales estratégicos claves.

### B. – USOS

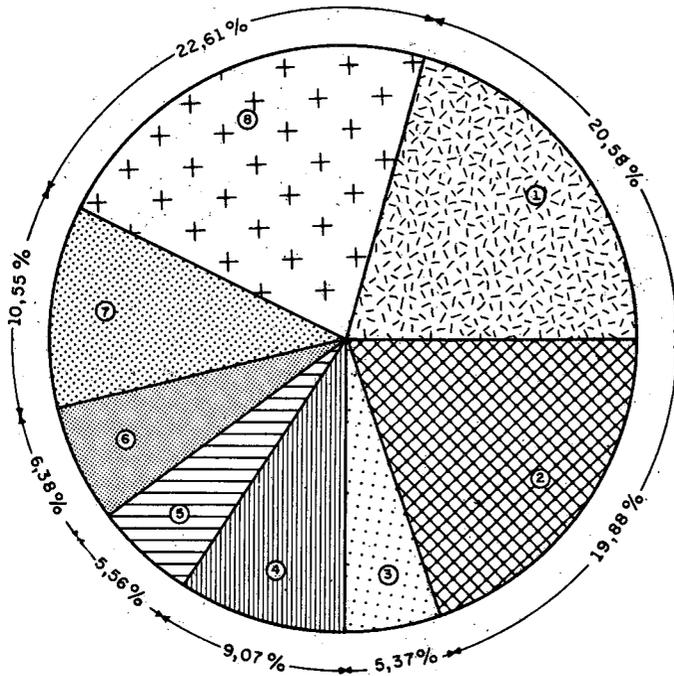
El Mercurio es el único metal líquido a la temperatura ordinaria. Entre otras cualidades posee una alta conductibilidad eléctrica, una tensión superficial 6 veces la del agua, un alto coeficiente de dilatación, una alta toxicidad en sus sales y vapores y la propiedad de amalgamar con una serie de metales. Hace años era indispensable para la extracción del oro y de la plata por el sistema de amalgamación.

Hoy en día el principal consumo de Mercurio es como cátodo en la electrólisis del cloro y de la sosa cáustica a partir de disoluciones de cloruro sódico (halita o sal común). En electricidad ha adquirido enorme y reciente relieve su empleo en la fabricación de baterías secas de óxido de Mercurio. También se emplea en lámparas de vapor de Mercurio, rectificadores de corriente, fusibles e interruptores automáticos. Por sus propiedades químicas se emplea en medicina como desinfectante y antiparasitario; es componente de numerosos insecticidas; entra en

fabricación de pigmentos y pinturas fungicidas y también en la de pinturas de fondos de barco que al reaccionar con el agua del mar dan bicloruro de Mercurio que mata las algas y los organismos adheridos al casco; se utiliza en impregnación de maderas, en la en la fabricación de fulminantes, etc. Por sus cualidades físicas se usa en termómetros, barómetros, bombas de vacío, giróscopos, embragues espejos y una serie de instrumentos industriales. Existen calderas de vapor de Mercurio con rendimiento superior a los motores Diesel. Un empleo que va adquiriendo importancia es como catalizador de compuestos orgánicos. Una nueva aplicación son los moldes de Mercurio congelado para el moldeo de precisión. En conjunto las aplicaciones conocidas hoy para el Mercurio sobrepasan la cifra de 3.000

Estados Unidos es el principal consumidor del mundo. En 1957 se emplearon un total de 69.000 frascos que representa el 29% de la producción mundial. Su producción propia sólo alcanza un tercio de su consumo. Las dos terceras partes restantes dependen de la importación que se realiza principalmente de España e Italia con cifras de 12.000 y 5.000 frascos respectivamente para 1967.

GRAFICO DEL CONSUMO  
DE MERCURIO POR USO  
EE.UU.-1967



- 1. - CLORO
- 2. - ELECTRICIDAD
- 3. - AGRICULTURA
- 4. - PINTURA
- 5. - INDUSTRIA
- 6. - MEDICINA
- 7. - RECUPERACION
- 8. - VARIOS

**C.- PRODUCCION MUNDIAL DE MERCURIO  
(FRASCOS)**

CONTINENTES	1951-56	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
AFRICA	166	22	—	39	198	166	54	—	—	87	174	254	250	300
AMERICA LATINA	14.931	20.439	22.256	28.095	21.060	26.173	22.802	23.138	21.015	16.138	22.846	25.424	27.238	17.287
AMERICA del NORTE	14.335	24.177	34.625	38.067	31.256	33.223	31.662	26.277	19.117	14.215	19.602	22.008	23.784	33.874
ASIA	13.955	29.428	32.955	32.707	43.972	33.171	36.468	35.653	36.361	35.923	35.675	36.709	30.724	32.875
EUROPA	122.705	146.956	156.440	152.442	136.969	149.068	148.665	159.524	163.159	188.610	189.416	180.564	160.046	171.138
OCEANIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>166.092</b>	<b>221.022</b>	<b>246.276</b>	<b>251.350</b>	<b>233.455</b>	<b>241.801</b>	<b>239.651</b>	<b>244.592</b>	<b>239.652</b>	<b>254.973</b>	<b>267.713</b>	<b>264.959</b>	<b>242.042</b>	<b>255.474</b>

**AMERICA LATINA**

BOLIVIA	4	—	—	10	12	—	—	11	105	32	52	4	100	134
CHILE	231	575	678	3.343	2.007	2.876	1.509	791	613	267	428	96	184	513
COLOMBIA	36	—	99	203	95	149	191	—	3	3	46	84	100	285
MEXICO	14.615	19.529	21.068	22.556	16.420	20.114	18.101	18.855	17.202	12.561	19.203	22.074	23.874	13.230
PERU	45	335	411	1.983	2.526	3.034	3.001	3.481	3.092	3.275	3.117	3.166	2.980	3.125
<b>TOTAL AM.LAT.</b>	<b>14.931</b>	<b>20.439</b>	<b>22.256</b>	<b>28.095</b>	<b>21.060</b>	<b>26.173</b>	<b>22.802</b>	<b>23.138</b>	<b>21.015</b>	<b>16.138</b>	<b>22.846</b>	<b>25.424</b>	<b>27.238</b>	<b>17.287</b>

1 FRASCO = 76 libras

FUENTE: "MINERALS YEARBOOK"

NOTA. La caída de la producción de España forzó a los EE.UU. a aumentar su producción propia. En 1967 sobrepasó en un 17<sup>o</sup>%, su más alta producción desde 1962. También lanzó al mercado parte de su stock estratégico para equilibrar la demanda y frenar los precios.

DE LA PRODUCCION DE ... EN AMERICA  
(BASE 1957 = 100)

PAIS	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
BOLIVIA (1)	—	100	100	—	—	100	105.07	120	520	40	100
CHILE	100	497.17	200.02	424.19	210.17	110.07	90.41	30.33	63.13	14.16	27.14
COLOMBIA	100	205.07	95.96	150.51	100.00	—	3.00	1.03	46.46	84.85	101.01
MEXICO	100	157.01	77.04	95.47	85.00	89.50	91.65	71.02	91.15	104.70	113.32
PERU	100	482.00	314.60	738.20	730.17	840.96	752.31	781.04	758.39	770.32	725.06
T O T A L	100	126.00	94.63	117.60	102.45	102.96	94.42	100.51	102.65	114.23	122.38

(1) Bolivia no hay datos de producción en 1957, empieza en 1958.

#### D. — RESERVAS MUNDIALES.

Las estimadas en 1957, serán de 1.000 frascos, a US\$ 250 el frasco.

	Conocidas	Estimadas
Estados Unidos	125	190
Canadá	150	150
México	30	100
América del Sur	4	10
España	300	1.500(*)
Italia	500	1.000
Yugoeslavia	150	300
Checoslovaquia	10	—
U.R.S.S.	850	500
Japón	30	50
China	—	500
Turquía	—	50
Filipinas	45	45
	2.194	4.395

(\*) Cifras por lo bajo. Se están investigando nuevas chimeneas volcánicas.

Como puede apreciarse estas cifras no son demasiado tranquilizadoras. Siguiendo el ritmo actual del consumo las reservas conocidas sólo cubrirían 8 a 10 años y las estimadas para otros 10, es decir para 20 años en total.

### III.— GEOLOGÍA

#### A.— DESCRIPCIÓN.

Símbolo	Hg	P. fusión	38
Nº . atómico	80	P. ebullición	357
Peso atómico	200	P. solidificación	39

Densidad: 13.6

El Mercurio es el único metal líquido a la temperatura ordinaria. Sus nombres "Hidrargirium" y "Quicksilver" constituyen su mejor descripción. En la naturaleza se le encuentra al estado nativo y contenido en unos veinticinco minerales. Entre ellos Cinabrio (SHg) Metacinabrio (SHg) Tetradrita Mercurial (Sulfuro de Sb, Cu, Fe, y Hg), Livingstonita (SHg.2.S<sub>3</sub>Sb<sub>2</sub>), Coloradoita (TeHg), Tiemanita (SeHg), Montroidita (HgO), etc.

De todos ellos el Cinabrio es prácticamente la única mena de Mercurio puesto que de ella se obtiene del 96% al 97% de la producción del mundial.

El Cinabrio es un mineral muy pesado, densidad 8.2 que cristaliza en el sistema exagonal presentandose generalmente en agrupaciones de cristales muy pequeños. Tiene un fuerte color rojo muy característico que puede ser alterado por impurezas llegando a coloraciones pardas y negras. Contiene un 86.2% de Hg y un 13.8% de S.

El Mercurio se presenta con alguna frecuencia en estado nativo, líquido.

#### B.— GENESIS

El Mercurio aparece en una extensa serie de edades geológicas, pero siempre relacionado con el volcanismo. Sus yacimientos son epitermales, formados a baja temperatura y principalmente constituídos por Cinabrio. No se encuentran verdaderos filones de Cinabrio aparece algunas veces acompañado de pirita, marcasita, rejalgar, cuarzo, calcita, etc. En general hay dos tipos de yacimientos. Uno está contituido por verdaderas impregnaciones que alcanzan a una serie de rocas mas o menos porosas tales como brechas volcánicas, lavas andesíticas, areniscas, calizas alteradas, etc. El otro tipo, el Cinabrio ha rellenado las redes de fisuras y venillas producidas en rocas que han sufrido mecanismos de fracturación, por ejemplo: cuarcitas, granitos, traquitas, pórfidos, serpentinas etc. Cuando las redes de venilla de las rocas encajadoras se multiplican considerablemente pueden confundirse ambos tipos de yacimientos.

Los yacimientos suelen ser irregulares, generalmente monometálicos, poco precisos en cuanto a extensión y profundidad salvo alguna rara excepción como la de Almadén (España) considerada como la mina más importante del mundo. Este yacimiento está constituido por un sinclinal de cuarcita siluriana. La cuarcita muy dislocada y fragmentada por efectos volcánicos permitió el paso de vapores de sulfuro de Mercurio procedentes de una serie de chimeneas volcánicas. Estos vapores al sublimarse rellenan las fisuras depositando hermosos ejemplares de Cinabrio y nidos de Mercurio nativo. Las brechas de cuarcita adquieren una tonalidad parda que les da el nombre de "piedra frailésca". La explotación comenzaba en el siglo XVII alcanza una profundidad de 450 m. En una zona de enriquecimiento (chimenea) casi vertical que se ensancha en profundidad. La ley media actual es de 1.37% con zonas de hasta un 20%.

Los yacimientos de Italia son impregnaciones de pizarras y dolomitas. Los depósitos de California (New Almadén) encajan en serpentinas. En Mexico y América Central existen depósitos de Cinabrio relacionados con la actividad volcánica. Los de Telanga (Honduras) están a 50 Km. de Tegucigalpa y son de baja ley (0.1%). También existen yacimientos en El Salvador y en Guatemala donde se están siguiendo líneas de exploración relacionadas con las fumarolas y en las que la geoquímica ha entregado excelentes resultados.

En estos últimos años un nuevo método de exploración geoquímica utiliza como detector los vapores de Mercurio emanados del suelo y recogidos desde aviones por amalgación con hojas de oro o captados en superficie con tiendas de plástico. Este método ha dado excelentes resultados para prospección de yacimientos de oro.

## C.— CHILE

### C.1.— Provincias Metalogénicas

En Chile existe un número relativamente reducido de yacimientos de Mercurio que, salvo los del distrito de Punitaqui, son de pequeña magnitud. Estos yacimientos se agrupan en dos zonas principales:

A.— Zona Sur—Este de Copiapó entre 27° 30' S y 28° 15' S.

B.— Zona de Ovalle—Combarbalá entre 30° 40' S. y 31° 30' S.

Como características comunes a todos ellos hay que señalar las siguientes:

1.— Los depósitos son en general vetiforme de origen hidrotermal de baja temperatura asociados a zonas de fallas producidas por fracturas en cizalle con desplazamiento horizontal. Con excepción de los yacimientos de Punitaqui, estas fallas son de poca extensión y de carácter local. Las fracturas se orientan en todas direcciones, señalando que probablemente (con excepción de las del Distrito de Punitaqui), representan movimientos locales de ajuste tectónico.

2.— La potencia media es normalmente inferior a un metro (excepto Punitaqui).

3.— La ley media de la mena es inferior a 0,6<sup>o</sup>/o excepto algunas delgadas vetas que alcanzan 2 y 3<sup>o</sup>/o.

4.— A diferencia de otros yacimientos mundiales, los yacimientos chilenos tienen composición generalmente completa estando el Mercurio asociado con tetraedita, minerales de cobre, oro, plata, antimonio, pirita, etc. La mineralización es irregular, predominando clavos y bolsones.

5.— Los depósitos tienen poca longitud y probablemente poca profundidad excepto en Punitaqui.

6.— Las rocas encajadoras son principalmente andesitas, metaandesitas y brechas andesíticas. Pocas veces están constituídos por granodioritas. Estas rocas son de edades diferentes presentando un reducido metasomatismo.

7.— La paragenésis está formada por varitina, cuarzo, calcita, pirita, calcopirita, tetraedita mercurial y cinabrio cristalino. Como producto de oxidación y enriquecimiento secundario se presentan: Cinabrio, Mercurio Nativo, limonita, azurita, malaquita y calcosina.

### **Distrito Minero Punitaqui.**

Pertenece a la zona B — Ovalle—Combarbalá, Provincia de Coquimbo y está situado a 30 Km. al Sur de Ovalle. Este Distrito descubierto en 1785, ha sido objeto de una serie de estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos que unidos a los sondeos realizados permiten conocer con gran exactitud su formación y su estructura. A grandes rasgos consiste en una gran falla mineralizada rumbo N 20° E manteo 60—70°O con potencia de 10 a 35 m. encajada en andesitas porfíricas metamorfizadas por la intrusión de una granodiorita andina que aparece al E. de la falla.

siguiendo una línea de contacto paralela a la misma. Este plano de contacto tiene menor buzamiento que la falla. La presencia de algunas capas de calizas de poca importancia sitúan cronológicamente la formación porfirítica en el tramo Angueros del Cretáceo Inferior. Esta Formación aparece localmente cortada por numerosos diques aplíticos y lamprofíricos. La veta o falla mineralizada presenta numerosos deslizamientos con formación de brechas y en la Mina Los Mantos muestra un horquillamiento con una rama que va hacia el Este siguiendo un rumbo N40°E y que se conoce como falla "Cernícalo". Existen otras fallas menores no mineralizadas. La gran falla regional se estima que se produjo antes de la mineralización. Esta se realizó siguiendo vetas irregulares formándose chimeneas y bolsones de hasta 50 m. de potencia. La paragénesis es la normal consistiendo en cuarzo, calcita, pirita, calcopirita, tetraedrita mercurial y Cinabrio cristalino. No presenta baritina, pero en cambio incluye además hematita, magnetita y oro. En la zona primaria de la Mina Los Mantos el Cinabrio de cristalización gruesa ha mostrado una notable persistencia en profundidad alcanzando hasta los 300 m. en que por inundación se interrumpieron las labores. En la zona secundaria de enriquecimiento por meteorización aparecen: Cinabrio pulverulento (yuyo), limonita y óxidos de cobre. Estos minerales meteorizados parecen proceder de la oxidación de la tetraedrita mercurial que rellena los intersticios de los granos de cuarzo.

De Norte a Sur este Distrito comprende las minas: La Culebra, Azogues, Los Mantos (Cernícalo), Champurria y Delirio Republicana, que se extienden sobre unos 2.200 m. de longitud de la falla.

Las Naciones Unidas realizó en los años 1963 y 1964, dentro del cuadro del Proyecto Coquimbo, una investigación de las posibilidades del Distrito Punitaqui. Los estudios incluyeron prospección geológica, geoquímica y geofísica. La primera fue un simple comprobación de los conocimientos ya existentes. La segunda consistió en un sistemático muestreo sobre áreas veticuladas a 20 por 40 m. y a 10 por 20 m. y la realización de cerca de 6.000 análisis. La prospección geofísica empleó un campo primario suministrado por una línea de 2.000 m. y se realizaron 3.700 medidas sobre el terreno. Se escogieron dos zonas, una al Norte de la mina Los Mantos y otra al Sur, apoyadas ambas al Este sobre el contacto de la Formación porfirítica con la granodiorita intrusiva. En la zona Norte se encontraron geoquímicamente siete anomalías de cobre y cinco de Mercurio. Las Anomalías electromagnéticas fueron débiles e irregulares. Un análisis de conjunto dejó en pie dos anomalías de cobre en los alrededores de la boca-mina Culebra y una de Mercurio en Viña vieja. En la Zona Sur se determinaron seis anomalías geoquímicas de cobre de las cuales tres se eliminaron por contaminación y cuatro de Mercurio de las que se eliminó una. Aunque en la exploración electro-magnética no se ha encontrado masa conductora que las justifique se estimó que había una zona

interesante entre la boca—mina 390 de Los Mantos y la boca—mina de Champurria en la vecindad del plano de contacto con la granodiorita intrusiva. Siguiendo estas indicaciones CORFO realizó una exploración en la boca—mina Champurria encontrando una falla de unos 7 m. de potencia mineralizada con cobre de baja ley.

### Distrito El Altar.

Está situada a unos 20 km. al SE. de Ovalle, es decir a unos 10 Km. al Norte del Distrito Punitaqui. Está menos estudiado que este último, pero en principio parece una prolongación del mismo. Existe una zona bastante extensa constituída por vetas de orientación general NS y manteos casi verticales encajadas en porfiritas metamorfizadas por una intrusión granodiorítica que aparece hacia el Este del complejo andesítico. Las potencias varían desde algunos centímetros hasta los 2 m. y la mineralización consiste en cinabrio y tetraedita mercurial asociadas con cuarzo, calcita, pirita, calcosita y algo de hematita y magnetita. Las leyes varían del 0,2°/o al 0,6°/o de Hg con leyes de cobre de hasta el 3,5°/o. En este distrito se encuentran las minas Felicidad, La Hoyada, La Araucanita y La Escondida. Esta última ofrece reservas del orden de 20.000 tons. al 0,2°/o de Hg.

También se acusa la presencia de cinabrio en la mina María Etel situada a 10 Km. al Sur de Ovalle al pie del cerro Del Fraile y que pertenece a la formación de oxidación de cobre que corre al E de la carretera Ovalle—Punitaqui y una de cuyas minas, la Cinabrio se está explorando por cobre.

Manifestaciones de cinabrio han aparecido también en algunos yacimientos de plata de los Distritos Bordos (Atacama) y Arqueros (Coquimbo).

### C.2.— Yacimientos

#### ANTOFAGASTA

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Lugar:
1	Lat. 24°27' Log. 69°45'	Antofagasta	A 200 Km. al SE de Antofagasta y a 12 Km. al NE del pique "La Calle" en lomajes de la sierra Vicuña Mackenna. <b>Nombre:</b> Olga. <b>Descripción:</b> Varias vetas en granitos descompuestos que llevan mineralización ferruginosa de limonita y hematita con ganga de cuarzo y baritina. En el relleno aparecen guías con cinabrio. <b>Labores:</b> Picados de reconocimiento. Un chiflón rumbo

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

N40°O siguiendo el yacente bien definido. Leyes: En 10 muestras ancho 0.13 m. 6.46% Hg. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: (ENAMI) 2212.).

## ATACAMA

2

Copiapó

Lugar: En la colonia Profesor T. Bisquertt en la comuna de Tierra Amarilla. Nombre: Relaves "Profesor Tiburcio Bisquertt". Descripción: Antiguos relaves de una pequeña Planta amalgadora de minerales de plata. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: ENAMI 3437.

3

Lat. 27°35'3"

Copiapó

Log. 70°7'9"

Lugar: 41 Km. al SE de Copiapó. Distrito Minero: Alianza. Nombre: Mina Alianza. Descripción: Veta vertical rumbo N45°-60°O encajada en brechas, tobas y lava andesítica metamorfoceada. La mineralización es irregular con bolsones de los cuales el principal tiene 25 m. de largo y un manto de 55° NO y que contiene cinabrio con ganga de baritina, escaso cuarzo y material milonitizado. La potencia media explotable es de 15 cm. Labores a lo largo de 300-350 m. y en una profundidad de 20 m. Leyes: Muestras en afloramiento y labores subterráneas dan: Hg 0,05-0,20/o; Cu 0,1-0,30/o. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Escasas posibilidades debido a: Leyes bajas; Irregularidad de la mineralización; Escasa potencia. Antecedentes: a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile. Tabla 1, IIG (1965). b) Flores, H., Geol. Ec. (1959).

4

Lat. 27°36.1'

Copiapó

Log. 70°9'

Lugar: 2 Km. del flanco S de la qda. Cerrillos a 40 Km. al SE de Copiapó. Distrito Minero: Alianza. Nombre: Mina Regalona. Descripción: Vetas generalmente verticales con rumbo EO que cortan una serie andesítica que por

efectos de la intrusión de un macizo granodiorítico se ha transformado en una aureola de rocas metamórficas de contacto. Paragénesis es baritina, calcopirita, cinabrio y óxido de manganeso. Los afloramientos muestran óxidos de manganeso y fierro. En un desmonte se observó la presencia de cinabrio cristalizado y pulverulento mezclado con minerales oxidados de cobre en ganga de baritina y cuarzo. En otro punto cercano al anterior y al E del mismo aparece cinabrio en una veta de Fe y Mn. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Pocas posibilidades de explotación. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1 Yac. de Hg N° 1a. b) Mc Allister, Flores y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile U.S.

5 Lat. 27°53' Copiapó  
Log. 70°15'

**Lugar:** En el área de Sierra del Fraile a 3.3 Km. de Quinta Toro y 55 Km. al S. de Copiapó. **Nombre:** Negra. **Descripción:** Veta vertical de 2-20 cm. de potencia que en un dique lamprofírico ubicado en el yacimiento de una falla, que corta a rocas andesíticas, con rumbo N20°E y manto 75°NO. Mineralización de cinabrio pulverulento asociado a minerales oxidados de cobre, limonita y cuarzo. **Laboreos:** La veta ha sido reconocida por 11 muestras en la corrida y 8 muestras en profundidad. **Leyes:** Muestra escogida dió 0.09 Hg. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Posibilidades económicas nulas. **Antecedentes:** Mc Allister, J., Quicksilver Dep. of Chile. U.S. Geol. Survey Bull. 964-E (1949).

6 Lat. 27°54' Copiapó  
Log. 70°17'

**Lugar:** Al SE de Sierra del Fraile a 1.500 m. de altitud. Al E de Chañarillo. **Nombre:** Candelaria. **Descripción:** Sistema de vetillas, verticales, algo ondulantes e irregulares con potencia media entre 2-10 cm. que frecuentemente presentan lentes o bolsones de alta ley. Este sistema se asocia a una zona de intenso fracturamiento de rumbo NS

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

manteo 70°E. Dentro de esta zona descompuesta de 50–60 m. de ancho, se presentan en el mismo sentido dos diques lamprofíricos de varios metros de espesor. La mineralización está constituida por cinabrio pulverulento acompañado de minerales oxidados de cobre y limonita con pequeñas proporciones de oro y plata en ganga de cuarzo. También se observan adyacentes a las vetas, fajas de calcita y siderita. **Laboreos:** Existen algunas labores. **Leyes:** De muestras de labores se obtuvo: Hg 0,1–0,95‰ con unos 20–100 gr /Ag por tonelada y una pequeña proporción de oro. El mineral escogido puede tener una ley de 2‰ Hg. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Posibilidades inciertas. **Antecedentes:** a) Mc Allister, J., Quicksilver Dep. of Chile. U.S. Geol. Survey Bull 964–E (1949). b) ENAMI 3256.

7 Lat. 27°55' Copiapó  
Log. 70°16'

**Lugar:** En el flanco SE de la Sierra del Fraile en qda. Las Cañas. **Nombre:** Tres Hermanos. **Descripción:** Cuerpo mineralizado rumbo N65°E y manteo 50°N con potencia de 0,8–1,0 encajado en andesitas porfíricas asociadas a una zona fracturada con intensa silicificación. La mineralización está constituida por cinabrio pulverulento acompañado con minerales oxidados de cobre y limonita. **Laboreos:** Labores superficiales en longitud aproximada de 1 Km. **Leyes:** Desconocidas. Se sabe que son altas en algunas fajas de 40–50 cm. de ancho. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Aún desconociendo la ley, se piensa que existen buenas posibilidades debido a la potencia de la zona explotable y a la longitud de la zona de fracturamiento a la que se asocia la mineralización. **Antecedentes:** Mc Allister, J., Quicksilver Dep. of Chile. U.S. Geol. Survey Bull 964–E ((1949).

8 Lat. 27°55.4' Copiapó  
Log. 70°16'

**Lugar:** Cerro Fraile. **Nombre:** Mina Fraile. **Descripción:** Veta rumbo N30°–65°E y manteo 60–70° encajada en andesita y piroclásticos,

Nº en

- | Mapa | Coordenadas                    | Departamento | Descripción   |
|------|--------------------------------|--------------|---|
|      |                                |              | Su paragénesis es calcopirita, cinabrio. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz c., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1, Yac. de Hg Nº. 2. b) Mac Allister, Flores y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile. U.S. Geological Survey Bulletin 964-E.   |
| 9    | Lat. 28°05.3'<br>Log. 70°12.3' | Copiapó      | <b>Lugar:</b> Distrito de Cerro Blanco, al NE del Vallenar a 125 Km. al S de Copiapó. <b>Nombre:</b> Mirador. <b>Descripción:</b> Vetas con rumbo general N37°-40°O y manteo 75-80°SO emplazadas en una serie de fallas que cortan una secuencia de andesitas porfíricas y brechas volcánicas. Las potencias de las vetas son de hasta 20 cm. aumentando en profundidad hasta 1 m. La mineralización consiste en tetraedrita mercurial, cinabrio pulverulento (producto de alteración de tetraedrita) y minerales oxidados de cobre y linonita con ganga de cuarzo o baritina. Su paragénesis es baritina, calcopirita, tetraedrita (mercurial), cinabrio. <b>Laboreos:</b> La veta de mayor longitud ha sido reconocida a lo largo de 500 m. <b>Leyes:</b> En el Mineral escogido alcanza al 1,2°/o Hg. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Posibilidades inciertas. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1, Yac. de Hg Nº3 (1965). b) Flores, H., Geol. Económica (1959). c) Mc Allister, Flores, y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile U.S. Geological Survey Bullentin 9464-E. |
| 10   | Lat. 29°2.2'<br>Log. 70°59.8'  | Huasco       | <b>Lugar:</b> Al SE de Domeyko. A 10 Km. al O de Cachiyuyo. <b>Distrito Minero:</b> Domeyko. <b>Nombre:</b> Luisiana. <b>Descripción:</b> Veta cuarcífera de rumbo N35°O y manteo 65° SE encajada en rocas con fuerte alteración hidrotermal. La potencia es de 5-20 cm. que en algunas zonas alcanza hasta 1 m. por efecto de las digitaciones que penetran en las cajas. Excepcionalmente se encuentran también clavos de hasta 2 m. de espesor. La veta aparece asociada a una falla que presenta frecuentes   |

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

ramificaciones. En el área aflora una secuencia de lavas porfíricas, metamorfizadas por la presencia de un intrusivo diorítico visible a unos 600 m. al E de la mina. La mena está formada por cinabrio, hematita y magnetita. Se encuentran vetas de cuarzo y calcedonia con cinabrio en cantidades subordinadas. **Laboreos:** En 1944 los trabajos tenían 25 m. de profundidad. La veta de cuarzo era de 5 m. y el clavo tenía un ancho de 2 m. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Posibilidades inciertas. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, Tabla 1, Yac. de Hg Nº. 4 (1965). b) Mc Allister, Flores y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile U.S. Geological Survey Bulletin 964-E.

## COQUIMBO

11

Lat. 30°08' Elqui

Log. 70°20'

**Lugar:** A 12 Km. de Montegrande en qda. Pangue en la Sierra Cochiguaz a unos 2.040 m. de altura. **Nombre:** Lautaro. **Descripción:** Yacimiento formado por 4 vetas principales rumbo NS y EO de 0.8 a 1.2 m. de potencia y otras de menor importancia encajadas en traquitas y andesitas atravesadas por filones y "sills" de pórfidos dioríticos metamórficos. Se encuentra también granito descompuesto. La mineralización corresponde a cuarzo ferruginoso, piritita y escaso cinabrio. **Laboreos:** Las vetas han sido reconocidas a lo largo de 120 m. y 80 m. en profundidad sin salir de la zona de oxidación. **Leyes:** Se obtuvieron 0,09-0,1% Hg; 25-30 gr Au/tn; 800-1.000 gr Ag/tn. **Cubicación:** Se estima en 60.000 Tons. de mineral. **Conclusiones:** Posibilidades escasas, **Antecedentes:** ENAMI, 4213.

12

Lat. 30°16.9' Ovalle

Log. 71°2.2'

**Lugar:** Distrito Andacollo en la qda. de Jarilla, 12 Km. al SE del pueblo de Andacollo. **Nombre:**

Nº en

Mapa      Coordenadas      Departamento

Mercedita. **Descripción:** Veta principal de reemplazo rumbo N50°O y manteo 85–90°SO con potencia de 70 cm. aunque a veces se dilata hasta 4 m. formando bolsones. Esta veta, con otras vetas verticales de escasa importancia, aparecen asociadas a una zona de fallas de dirección N35°E y N50°O que atraviesan una serie de capas porfíricas (andesitas, tobas y brechas) y rocas silicificadas de origen incierto. La mineralización está constituida por cinabrio pulverulento acompañado por cuarzo, baritina azurita, malaquita y limonita. A profundidad existen baritina, pirita, calcopirita tetraedrita (mercurial), cinabrio. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, p. 283–284, Tabla 1 (1965); b) Flores, H., Geología Económica (1959).

13      Lat. 30°17'      Ovalle  
Log. 71°05'

**Lugar:** Destrito Andacollo en la qda. de Jarilla, a 8 Km. al S del pueblo de Andacollo. **Nombre:** Dichosa. **Descripción:** Veta rumbo N50° y manteo 85°SO encajada en andesita o porfirita de hornblenda. Se observa una brecha con guías de 5–10 cm. de cinabrio. Su paragénesis es baritina, pirita, calcopirita, tetraedrita (mercurial), cinabrio pulverulento. **Laboreos:** Tajos de 2 a 3 m. de ancho por más de 30 m. de largo. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Muy pocas posibilidades dada la escasa potencia de las vetas y presencia de minerales oxidados de Cu, cuarzo y limonita. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile, p. 283–284 y Tabla 1 (1965); b) Flores, H., Geol. Económica (1959).

14      Lat. 30°40'      Ovalle  
Log. 71°15'

**Lugar:** En la ribera S del río Limarí en el C. Antonia, estancia comurera Potrerillo Bajo a 2 Km. de Ovalle. **Nombre:** Mantos Chicos. **Descripción:** Veta rumbo EO y manteo al N con 0,15 m. de potencia, con minerales de Hg (cinabrio) con bajas leyes de oro y (cuarzo) y Cu (oxidaciones). Presenta muchos reconocimientos superficiales aterrados sobre

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Descripción
15	Lat. 30°44' Log. 70°11'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> 20 Km. al SE de Ovalle. <b>Nombre:</b> Distrito El Altar. <b>Descripción:</b> El Distrito el Altar es geológicamente semejante a de Punitaqui. Una serie de vetas orientadas NS se formaron en la metaandesita porfírica inmediatamente al O del contacto con una intrusión de diorita. La mineralización es cinabrio, tetraedrita mercurial asociados como como en Punitaqui con cuarzo, calcita, pirita, calcopirita, calcosina y un poco de hematita y magnetita. Se destacan tres minas: 1) Mina La Hoyada: Veta cuarcífera brechizada de 2 m. de espesor y rumbo N. <b>Leyes:</b> Una muestra tomada al azar dió: 3,5°/o Cu; 0,6°/o Hg y 1.4 grAu por toneladas. 2) Mina La Araucanita: Situada a 1 Km. al O de la Hoyada. Varias vetas de 1–2 cm. de cinbrio superficiales, de rumbo 80°NE. 3) Mina La Escondida: Ubicada a unos 200 m al O de La Araucanita. La mineralización de cinabrio aparece en una zona de roca intensamente alterada, recubierta por andesita masiva. <b>Leyes:</b> Promedio de 0,2°/o Hg. <b>Cubicación:</b> 20.000 Tons. de mineral. <b>Antecedentes:</b> Mc Allister, J., Quicksilver Deposits of Chile. U.S. Geol. Survey Bull 964–E.</p>
16	Lat. 30°47' Log. 70°09'	Ovalle	<p><b>Lugar:</b> A 20 Km. al SE de Ovalle. <b>Distrito Minero:</b> El Altar. <b>Nombre:</b> Felicidad. <b>Descripción:</b> Veta rumbo N20°–35°O, manteeo 65° y potencia 0.60 a 0.70 m. Aflora en el área un macizo diorítico y un dique lamprofírico al que se asocia mineralización que corresponde a cuarzo, óxido de fierro y cinabrio en proporciones diversas. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Pocas posibilidades. <b>Antecedentes:</b> Mc Allister, J.,</p>

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	Quicksilver Deposit of Chile U.S. Geol. Survey Bull. 964-E (1949).
17		Lat. 30°46.8' Log. 71°4.5'	Ovalle	Lugar: A 43 Km. de la ciudad de Ovalle y a 20 Km. al E de Punitaqui. Distrito Minero: Huanillo. Nombre: Huanillo. Descripción: Veta rumbo N40°E y manteo vertical encajado en granodiorita y con guías de cuarzo. Su paragenésis es baritina, pirita, calcopirita tetraedrita, cinabrio. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: a) Flores, H., Apuntes de Geol. Económica (1959). U de Chile b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965). c) Mc Allister, Flores, y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile U.S. Geological Survey Bull. 964-E.
18		Lat. 30°46.8' Log. 71°4.5'	Ovalle	Lugar: A 43 Km. de la ciudad de Ovalle y a 20 Km. al E de Punitaqui. Distrito Minero: Huanillo. Nombre: Algarrobo. Descripción: Veta rumbo N40°E y manteo de 65°NO encajada en granodiorita que presenta guías de cuarzo de 10-20 cm. en una faja caolinizada de 1.50 m. Mineralización errática constituida por cinabrio cristalizado y pulverulento, acompañado de cuarzo, baritina y oxido de cobre y limonita. Su paragénesis es baritina pirita calcopirita, tetraedrita y cinabrio. Laboreos: Descienden a más de 100 m. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Las posibilidades son escasas debido a la poca potencia explotable. Antecedentes: a) Flores, H., Apuntes de Geología Económica, U de Chile (1959). b) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965); c) Mc Allister, Flores y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile (1949).
19		Lat. 30°47.39' Log. 71°08.53'	Ovalle	Lugar: En el Altar Alto, cerca de la estación de FF.CC. Altar en el cerro Cuchillita sobre Qda. Vergara a 900 m. de altitud. Distrito Minero. El Altar. Nombre: Purisima, Mina Vieja, Mina El Litre. Descripción: Purisima. Veta rumbo N13°O y manteo 60°O con potencia de 1 m. constituida

Nº en

Mapa      Coordenadas      Departamento

por tres fajas diferenciadas. Una en la pendiente con 0,35 m. otra central de 0,20 de potencia que lleva antimonio y la tercera con 0,50 m. de espesor con guías de cinabrio en cuarzo ferruginoso. Mina Vieja: Rumbo N80°N y manto 20°O con potencia de 0,30 m. y mineralización aurífera en ganga de cuarzo ferruginoso. Trabajado en 60 m. de corrida por tres chiflones. Mina El Litre: Continuación al Sur de Mina Vieja. Leyes: Sb 42°/o. Antecedentes: ENAMI – Ovalle.

20

Lat. 30°52'      Ovalle.  
Log. 71°15'

Lugar: 30 Km. al S de Ovalle. Distrito Minero: Punitaqui. Nombre: Los Mantos. Descripción: Veta rumbo general N20°E, manto 60–80°O con 20 a 30 m. de potencia encajada en Formación porfírica en contacto con granodiorita intrusiva. Existe una serie de diques lamprofíricos y andesitas. La estructura está cortada por una falla transversal en cizalle que la divide en dos sectores, el N y el S. La zona N lleva rumbo N12°E y manto 70°O aumentando el buzamiento en profundidad. Presenta clavos de hasta 50 m. de potencia. La mineralización se concentra en esta zona. El cinabrio va desapareciendo progresivamente hacia el N perdiendo la veta su homogeneidad y substituyendo al cuarzo una brecha silificada. La paragénesis es hematita, magnetita, pirita, calcopirita, tetraedrita (mercurial) oro y cinabrio. En el zona S. solo se han encontrado trazos de cinabrio pulverulento. Laboreos: Reconocimiento en 600 m. de corrida en la veta. Se trabajo a más de 350 m. de profundidad. Se obtuvieron de esta mina más de 15.000 frascos. Leyes: Las menas han tenido una ley media de 0,4°/o de Hg alcanzando hasta 1,2°/o en una zona a 250 m. de profundidad. Cubicación: No se conoce. Conclusiones: Esta mina está bien estudiada. En este Distrito ha sido la única productora de Mercurio durante bastantes años. Antecedentes: a) Mc Allister, Flores, y Ruiz, Quicksilver Deposits of Chile U.S. Geological Survey Bull. 964–E. 1

Nº en	Mapa	Coordenadas	Departamento	
				b) Flores, H., Apuntes de Geología Económica (1959). c) Ruiz C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965).
21		Lat. 30°52' Log. 71°15'	Ovalle	<b>Lugar:</b> 30 Km. al S de Ovalle. <b>Distrito Minero:</b> Punitaqui. <b>Nombre:</b> Mina Cernicalo. <b>Descripción:</b> Veta rumbo N20°E. y manto 60-90°O encajada en metaandesita. Las rocas de la zona corresponden a porfirita en contacto con granodiorita. Se ven intercalaciones de caliza, andesitas y también diques lamprofíricos. Zona de fallas. Su paragénesis es (hematita, magnetita, pirita, tetraedrita, oro, cinabrio). Esta mina está situada en la zona N de la falla general a 500 m. de la de "los Mantos". <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> Es relativamente nueva esta explotación. <b>Antecedentes:</b> a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Met. de Chile (1965). b) Flores, H., Geología Económica (1959).
22		Lat. 30°52' Log. 71°15'	Ovalle	<b>Lugar:</b> Unos 30 Km. al S de Ovalle. <b>Distrito Minero:</b> Punitaqui. <b>Nombre:</b> Azogue Santa Inés. <b>Descripción:</b> Veta con manto 50° a 60°O y potencia de 60 cm. encajada en granodiorita. Existen otras vetas menores, algunas de ellas con pequeños lentes de cinabrio. La mineralización es cinabrio pulverulento con cuarzo, specularita, minerales oxidados de cobre (malaquita, azurita) y limonita. La mayor parte del cinabrio se encuentra en cavidades del cuarzo y en las zonas porosas de la hematita. <b>Laboreos:</b> Reconocimiento de 500 m. en la corrida de la veta. Se explota en dos niveles con galerías de 320 m. y 360 m. de longitud. <b>Leyes:</b> Los análisis dan: 0,3% Hg; Au 5,5 gr por ton. Algunas muestras han dado: Hg 0,9%; Cu 1,67%; Ag 26 gr por ton. y Au 1.75 gr por ton. <b>Antecedentes:</b> Flores, H., Apuntes de Geol. Económica U. de Chile (1959).
23		Lat. 30°52' Log. 71°15'	Ovalle	<b>Lugar:</b> A 30 Km. de Ovalle. <b>Distrito Minero:</b> Punitaqui. <b>Nombre:</b> Mina Punitaqui. <b>Descripción:</b>

Nº en

Mapa Coordenadas

Departamento

Veta rumbo N20°E y manto 60–90°O encajada en metaandesita. Las rocas de la zona corresponden a porfiritas en contacto con granodiorita. Se ven intercalaciones de calizas, andesitas y también diques lamprofíricos. Zona de falla. su paragénesis es hematita, magnetita, calcopirita, tetraedrita, oro y cinabrio. **Cubicación:** No se conoce. **Antecedentes:** a) Ruiz, C., Geol. y Yac. Mét. de Chile (1965); b) Flores, H., Apuntes de Geol. Económica U. de Chile 1959.

24 Lat. 30°52' Ovalle  
Log. 71°15'

**Lugar:** A 30 Km. al S de Ovalle y a 1.300 m. al N. de Mina Mantos. **Distrito Minero:** Punitaqui. **Nombre:** Mina Culebra o Dura. **Descripción:** Yacimiento contituído por la mineralización con cinabrio pulverulento de una zona brechizada de 5 a 10 m. de potencia que encaja en la falla principal del distrito. También aparece cinabrio rellenando oquedades en cuarzo o formando bandas y lentes en material arcilloso. Esta zona contiene mezclados con cinabrio, y cuarzo calcita, hematita, pirita, calcopirita y minerales oxidados de cobre. **Cubicación:** No se conoce, pero se supone contiene reservas aprovechables. **Antecedentes:** Flores, H., Apuntes de Geol. Económica (1959).

25 Lat. 30°52' Ovalle  
Log. 71°15'

**Lugar:** A 30 Km. al S de Ovalle. **Distrito Minero:** Punitaqui. **Nombre:** Delirio y Republicana. **Descripción:** Sistemas de vetas encajadas en rocas volcánicas muy alteradas, limitadas al E y principalmente al O por fallas. Esta zona tiene espesores variables entre 5 a 60 m. y un manto de 60°E. Se distinguen dos vetas en el área: una O. de 5 a 20 m. de potencia y otra E. discontinua y de 1 a 2 m. de espesor. Ambas vetas, al igual que la zona alterada, se estrechan hacia el E. En la zona de oxidación: la mineralización consiste en cuarzo cementado con limonita, minerales oxidados de Cu, pirita y calcopirita en profundidad y algo de cinabrio en la veta E. asociado a malaquita y

Nº en Mapa	Coordenadas	Departamento	Descripción
			<p>azurita. Los minerales de Mercurio, en general, se encuentran en lentes de 1 a 2 m. de potencia y no más de 30 m. de longitud. <b>Leyes:</b> La ley es baja, 0,1 a 0,2<sup>o</sup>/o Hg. Solo en pequeños lentes se encuentran leyes de 0,44<sup>o</sup>/o Hg. <b>Cubicación:</b> No se conoce. <b>Conclusiones:</b> En general el Mercurio solo podría recuperarse como subproducto de la explotación de mineral de cobre y oro. <b>Antecedentes:</b> Mc Allister, J., Quicksilver Deposits of Chile. Geol. Survey Bull. 964—E.</p>
26	<p>Lat. 30°52' Log. 71°15'</p>	Ovalle	<p>Lugar: 30 Km. al S. de Ovalle. Distrito Minero: Punitaqui. Nombre: Trinitaria. Descripción: Yacimiento tipo Punitaqui. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Flores, H., Geol. Económica de Yacimientos Minerales.</p>
27	<p>Lat. 30°52' Log. 71°15'</p>	Ovalle	<p>Lugar: 30 Km. al S. de Ovalle. Distrito Minero: Punitaqui. Nombre: Champurria. Descripción: Yacimiento tipo Punitaqui. Cubicación: No se conoce. Antecedentes: Flores, H., Geol. Económica de Yacimientos Minerales.</p>
28	<p>Lat. 31°19' Log. 70°55'</p>	Combarbalá	<p>Lugar: A 22 Km. Al SE de Combarbalá. Nombre: Los Azogues. Descripción: Veta vertical rumbo N40°O y 3 a 4 m. de potencia encajada en andesitas, brechas y conglomerados e instruídos regionalmente por granodiorita, diorita, y tonalita. Laboreos: Reconocida por 80 m. en su corrida y trabajada solo superficialmente. Leyes: Hg 0,75<sup>o</sup>/o; Cu 1<sup>o</sup>/o; Ag 45 gr/tn. Cubicación: Estimadas: 25.000 Tons. de mineral. Conclusiones: Expectativas favorables. Se debe confirmar por reconocimientos. Antecedentes: Cruzat, A., Monografía sobre los yacimientos de Hg. chilenos (1968).</p>
29	<p>Lat. 31°24' Log. 70°51'</p>	Combarbalá	<p>Lugar: En la Sierra La olla, 8 Km. al S de Valle Hermoso. Nombre: La Platita: Descripción: Cuerpo rumbo NE, manteo S y potencia de 8 m.</p>

Nº en

Mapa

Coordenadas

Departamento

encajado en lavas. Numerosas guías de tetraedrita mercurial de hasta 0.8 m. de espesor y cinabrio en zona de oxidación. **Laboreos:** Los trabajos no sobrepasan los 25 m. de profundidad y se encuentran en zona de oxidación. **Leyes:** Hg 0,25–0,45<sup>o</sup>/o; Cu 8–22<sup>o</sup>/o; Ag 250–600 gr/Tn. Au 1,2–62 gr/Tn. **Cubicación:** 800 Tons. de mineral a la vista. **Conclusiones:** Buenas expectativas. Se recomienda reconocer. **Antecedentes:** Cruzat, A., Monografía sobre yacimientos de Hg chilenos (1968).

30

Lat. 31°27' Illapel

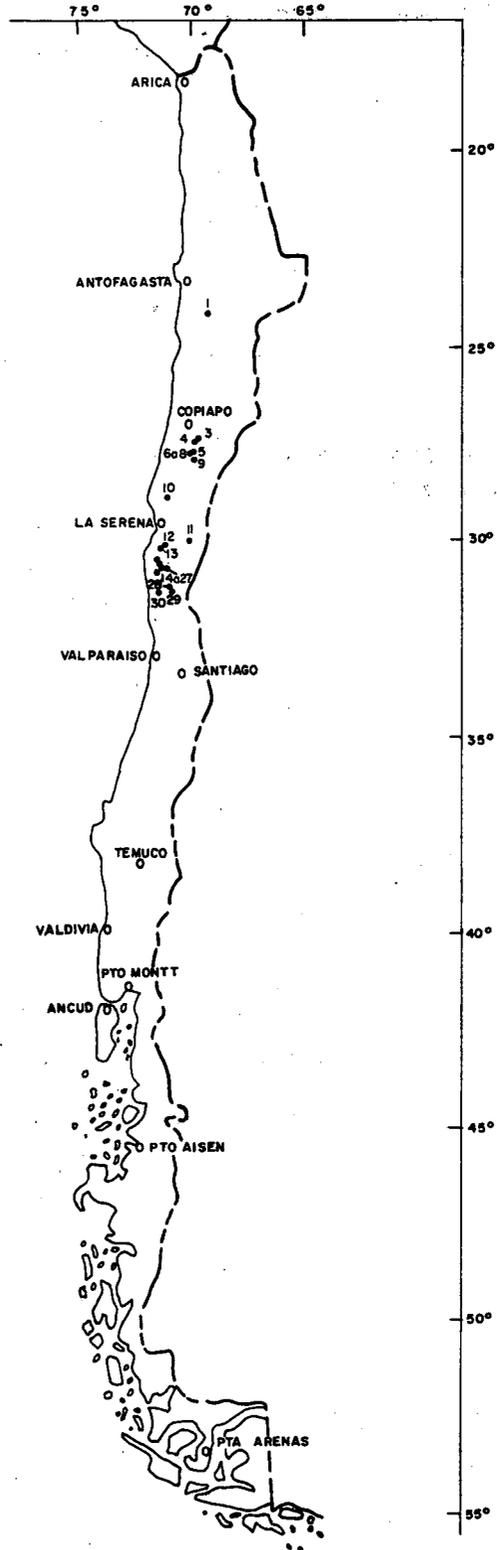
Log. 71°12'

**Lugar:** En el cerro Los Azogues, 14 Km. al NO de la estación Aucó. Se llega en auto hasta la mina Sierrita (11 Km. de Aucó) y luego 3 Km. a pie hasta el cerro Los Azogues (S de mina Sierrita). **Nombre:** Mina Los Azogues. **Descripción:** Vetas encajadas en granito. La veta más conocida, llamada Los Azogues 3, tiene dirección N30<sup>o</sup>O y manteo 75<sup>o</sup>E con una potencia de 0.27–0.45 m. Presenta una ramificación que en trechos se une a la veta principal. Otra veta bastante reconocida es Los Azogues 2, la que tiene rumbo N32<sup>o</sup>O, 0.22 m. de potencia y características semejantes a la anterior. La veta principal, Los Azogues 3 contiene cinabrio acompañado de malaquita, azurita, calcosina y cuarzo. **Laboreos:** Solo de reconocimiento en 50 m. de corrida sobre la veta 3: **Leyes:** Un muestreo efectuado dio: Los Azogues 3: Au 2,9 gr/Tn; Ag 70,4 gr/Tn; Hg 0,38<sup>o</sup>/o, Cu 4,47<sup>o</sup>/o; Los Azogues 2: Au 7.5 gr/Tn; Ag 26,5 gr/Tn; Hg 0,09<sup>o</sup>/o; Cu 1,67<sup>o</sup>/o. Escogido: Au 6 gr/Tn; Ag 100 gr/Tn; Hg 0,5<sup>o</sup>/o; Cu 7,5<sup>o</sup>/o. **Cubicación:** No se conoce. **Conclusiones:** Posibilidades inciertas por falta de estudios. **Antecedentes:** a) Flores, H., Apuntes de Geol. Económica (1949). b) (ENAMI – 4704).

### C. 3.- Mapa de Ubicación

Mercurio

ESCALA APROX. 1:21.000.000



#### C. 4.— Reservas

Las estimaciones son bien escasas. Hasta el momento se ha calculado las existencias de unas 85.000 Tons. con ley de 0,04 a 0,75% de las cuales solo 8.000 Tons. corresponden a mineral a la vista.

## IV.— EXPLOTACION

### A.— MINERIA

Salvo el método especial de cámaras y pilares adoptado en Almadén (España) exclusivo para este yacimiento y que figura en todos los tratados de laboreo de minas puede decirse que no existe ningún método de explotación típico. El cinabrio se extrae por sistemas tradicionales de tajo abierto o subterráneos adaptados a la configuración del depósito. En general es mucho más frecuente la explotación subterránea que la abierta.

La única norma común a todas las explotaciones es la prevención del "hidrargirismo", peligrosa enfermedad profesional que afecta a todos aquellos que entran en contacto con los minerales de Mercurio así como en el metal o sus vapores. Es menester evitar en lo posible el contacto directo, extremar la mecanización y la ventilación de los frentes de trabajo, acentuar la limpieza, usar máscaras y detectores de gas, tener períodos largos de descanso al aire libre y someterse a exámenes médicos periódicos.

### B.— PREPARACION.

El mineral se tritura y se clasifica por cribado para reducirlo a tamaños de 3 a 5 cm. aptos para el horno. Esta operación es fácil por la contextura de los minerales y sirve a veces para eliminar una gran parte del estéril. Cuando se hace necesario el empleo de concentración es aconsejable la flotación y que a los sistemas de gravedad en mesas y jigs dan poco rendimiento por las pérdidas en los lodos.

La metalurgia es elemental, consistiendo en calentar el cinabrio para evaporar el Mercurio que se condensa después. Para las pequeñas producciones bastan las retortas. Para las grandes se emplean hornos rotatorios de carga automática. Los gases pasan por colectores de polvo y luego a los condensadores donde se deposita el Mercurio. El resto de los gases pasa por lavaderos antes de lanzarlos a la atmósfera. El Mercurio obtenido sólo necesita una limpieza con cal y es ya comercial al 99.90/o. Se transporta en frascos de 35 Kgs. de capacidad contrbuídos en fundición o de acero estirado.

Actualmente se está ensayando un nuevo procedimiento sin hornos. Consiste en concentración por flotación; lixiviación con sulfuro e hidróxido sódico y por último precipitación del Mercurio por electrólisis o con Aluminio.

## C.— CHILE

### C.1.— Antecedentes.

Los yacimientos de Mercurio de Chile comenzaron a ser explotados en pequeña escala y en forma intermitente hacia 1885. El metal obtenido sólo se utilizaba localmente. Durante la I Guerra Mundial se intensificó la producción, pero solamente en el año 1941, II Guerra Mundial, comenzó el registro oficial de la explotación. Desde este año la producción sufrió las oscilaciones registradas en el cuadro siguiente:

A ñ o	MEDIANA MINERIA K g s .	
1941 (1)	44.859	
1942	77.758	
1943	88.347	— II Guerra Mundial
1944	40.715	
1945	29.707	— Fin de la Guerra
1946	28.497	
1947	15.356	
1948	16.108	
1949	25.993	
1950	10.833	— Guerra de Corea
1951	3.933	
1952	5.969	
1953 (2)	3.435	
1954	8.388	— Precios altos
1955	18.147	
1956	19.833	
1957	23.358	
1958	115.230	— Caída de Precios
1959	69.173	
1960	99.135	
1961	52.026	
1962	27.275	
1963	21.149	— Subida de Precios
1964	9.212	
1965	14.741	
1966 (3)	2.622	
1967	5.658	
1968	16.067	

Fuente: Servicio de Minas del Estado.

- (1) La mediana Minería está representada hasta 1952 por Cía Minera Punitaqui.
- (2) La mediana Minería está representada desde 1953 por la Cía. Minera Tamaya.
- (3) La Pequeña Minería produjo en 1966, 1967 y 1968; 687 Tn., 690 Tn y 1.629 Tn. respectivamente. Estas cifras no están incluidas en las de producción de la Mediana Minería.

El Mercurio en Chile no ha fluctuado de acuerdo con el mercado internacional y sus causas internas las que han provocado sus notables oscilaciones y su declinamiento, especialmente durante la última década.

### C.2.—Minería.

La minería siempre ha estado prácticamente reducida a la explotación que en la zona de Punitaqui han venido realizando la Cía. Minera Punitaqui, primero, y la Cía. Minera Tamaya, después. Unicamente desde 1966 se registra la aparición de algunos kilos de Mercurio producidos por pequeños mineros marginales de la Provincia de Coquimbo, cuyos sistemas de explotación son totalmente rudimentarios.

De la zona de Punitaqui el yacimiento más importante es el de "Los Mantos" en los que se alcanzó una profundidad de cerca de 400 m. Esta explotación está actualmente paralizada por no contar con equipos de bombas adecuadas para desaguar el volumen de agua que inundó la mina. Unicamente trabajan algunos pirquineros que arrancan minerales de cobre al 8—9<sup>o</sup>/o de Cu con 50 a 60 grs. de Au por Ton.

La producción de Mercurio de la mina Azogue, situada al Sur de Los Mantos, del otro lado de la quebrada; pertenece a una zona más pobre, con leyes de 0,5<sup>o</sup>/o de Cu, 25<sup>o</sup>/o de Hg y 2 a 3 gr. Au/Tn. La explotación se lleva en dos niveles a 50 m. con dos galerías horizontales de 320 m. y 360 m. de longitud respectivamente. El avance se realiza por frentones y relleno por ser la caja bastante deleznable. La mineralización es uniforme.

En los antiguos relaves de Los Mantos se cubica alrededor de un millón de toneladas que contienen 0,08<sup>o</sup>/o de Hg y 3 gr. Au/Ton.

### C.3.—Metalurgia.

La planta de la zona de Punitaqui se construyó en 1935 y está compuesta por: Chancadora, clasificador, molino de bolas, acondicionador y ocho celdas de flotación. Los minerales que se tratan son menas complejas de cobre, oro y Mercurio que entran en la planta con 0,12<sup>o</sup>/o a 0,15<sup>o</sup>/o de Hg. Los concentrados obtenidos se separan en dos fracciones: una con 12<sup>o</sup>/o de Cu y Au y otra con 8 a 10<sup>o</sup>/o de Hg. Los primeros se comercializan como concentrados de cobre y los segundos se destilan en los hornos de la propia compañía. El equipo de destilación está constituido por dos hornos de pequeña capacidad y de sus condensadores correspondientes.

## V. — COMERCIALIZACION

### A. — PRESENTE

El mercurio se vende en frascos de fundición o de acero estirado. Cada frasco contiene 35 Kg. de Mercurio equivalente a 76 libras. El mercado está regulado por las bolsas de New York y de Londres teniendo mucho más influencia la primera debido a que Estados Unidos es el principal consumidor del mundo con cifras del orden del 29 al 30% de la producción mundial. Además juega un papel muy importante el poderoso stock estratégico de los G.S.A. que se utiliza frecuentemente para regular los precios. A pesar de este freno una de las características principales del comercio del Mercurio es su inestabilidad, produciéndose con frecuencia fluctuaciones de precios en el mismo día. Este fenómeno ocurre especialmente en los últimos años.

El Mercurio paga para entrar en Estados Unidos una tasa, rebajada en Junio de 1967, 22 ctvo. libra es decir US\$ 16.72 por frasco. Esta tarifa es efectiva desde Enero de 1968.

El mercado está dominado por España e Italia que producen alrededor del 50% del total mundial. En 1928 ambos países crearon el consorcio "Mercurio Europeo" que entonces controlaba el 80% de la producción mundial. Este consorcio se disolvió en 1950 y no volvió a establecerse, principalmente por haber entrado Italia en el Mercado Común Europeo. Desde entonces cada nación sigue su propia política comercial. Italia a través del IRI y de las industrias privadas y España a través de Minas de Almadén empresa estatal, propietaria de los grandes yacimientos de Almadén.

#### Precios

Los precios anuales promedios de las bolsas de New York y Londres se reflejan en el siguiente cuadro (dólares por frasco).

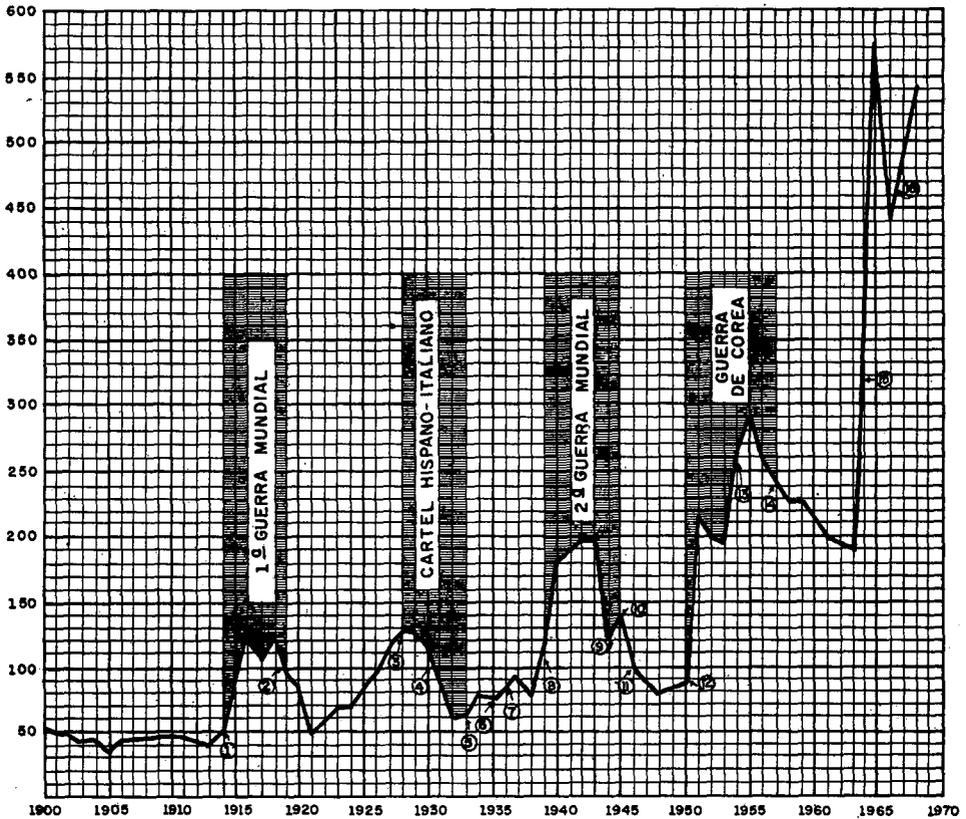
AÑO	NEW YORK	LONDRES
1949	79.46	73.28
1950	81.26	61.94
1951	210.13	203.37
1952	199.10	194.80
1953	193.03	192.49
1954	264.39	255.33
1955	290.35	280.22
1956	259.92	238.68
1957	246.98	232.36
1958	229.06	214.98
1959	227.48	208.61
1960	210.76	197.86
1961	197.61	181.87
1962	191.21	172.79
1963	189.45	171.42
1964	314.78	321.30
1965	570.75	607.85
1966	441.72	447.68
1968	535.56	546.70
1969	540.00	560.00

Fuente: "Mineral Yearbook", "Metal Statistics" 1968, "American Metal"

Durante años se ha mantenido una cotización en la bolsa de New York superior a la inglesa. A partir de la gran subida iniciada en 1964 los términos se han invertido.

En el gráfico siguiente pueden apreciarse las fluctuaciones de la bolsa de New York desde 1900.

## GRAFICO DE FLUCTUACIONES DEL PRECIO DEL MERCURIO



### LEYENDA

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| I   | { | 1- Primera Guerra Mundial                                 |
|     |   | 2- Final de la Primera Guerra Mundial                     |
|     |   | 3- Formación del Cartel Hispano-Italiano                  |
| II  | { | 4- Inestabilidad del Cartel                               |
|     |   | 5- El Cartel se estabiliza                                |
|     |   | 6- Guerra de Etiopía                                      |
|     |   | 7- Guerra Civil Española                                  |
| III | { | 8- Comienzo de la Segunda Guerra Mundial                  |
|     |   | 9- Producción alta y caída final de guerra                |
|     |   | 10- Desarrollo de Baterías con Celda de Mercurio          |
|     |   | 11- Continua declinación de la Post-Guerra                |
| IV  | { | 12- Guerra de Corea                                       |
|     |   | 13- Almacenamiento estratégico en todos los países        |
|     |   | 14- Disminuye la tensión y hay sobre-producción           |
|     |   | 15- La demanda supera la producción                       |
|     |   | 16- Política de precios de Italia y España. No hay oferta |

Nota: Unidad de precio \$ US por frasco

La carrera de precios iniciada en 1963 fué una consecuencia de la actitud tomada por Italia primero y por España después frente a los bajos precios que se venían señalando. En 1961 Italia se retiró del mercado y acumuló stock. España restringió su producción. A fines de 1963 comenzó la subida de precios llegándose a US\$ 228 frasco. En año 1964 se caracterizó por una gran escasez de Mercurio que provocó una tremenda inestabilidad y un vertiginoso juego de Bolsa produciéndose variaciones diarias de precios y subidas de estos en flecha. En contra de lo previsto los G.S.A. no reaccionaron hasta 1965 largando 14.000 frascos cuando en el mes de Junio el precio alcanzó los US\$ 740 frasco. Esta partida solo sirvió para atenuar la carrera alzista. Las fluctuaciones de precios fueron de US\$ 250 en 1965 y de US\$ 260 en 1966. En 1967 los precios se estabilizaron dentro de la línea alta, con variaciones de solo US\$ 80 en comparación con las de los años anteriores. Los G.S.A. vendieron 12.700 frascos cuando el precio sobrepasó los US\$ 575. Aun así la demanda aumentó y los precios siguieron subiendo. España que se esperaba se produjese 80.000 frascos sólo vendió 48.000. Como reacción, al importar menos Mercurio Estados Unidos, se redujeron las nuevas instalaciones de cloro y sosa cáustica y el consumo decayó, pero esta reducción se contrapesó con la baja de la producción propia de Mercurio.

En 1968 se programaron nuevas instalaciones de Cloro. También aumentó el consumo de baterías (220/o), pinturas, etc. Los G.S.A. intentaron estabilizar precios largando Mercurio cuando este alcanzó los US\$ 500. Para ello anunciaron la disponibilidad de 25.000 frascos de los cuales vendieron una gran parte en el primer semestre. La importancia de esta medida consistió en que en 1967 se mencionaba como stock total de los G.S.A. la cifra de solo 40.000 frascos y que por lo tanto la política de precios se planteaba claramente como una cuestión de resistencia entre los G.S.A. y la política comercial de España e Italia.

A comienzos de 1969 solo quedaba un stock de 2.271 frascos de los cuales 1.500 se vendieron en los dos primeros meses del año. De esta manera los G.S.A. dejaron de influir en el mercado. España continua ausente del mercado aunque ha aumentado su producción. Existe una fuerte demanda y la oferta es escasa. Se espera en 1969 un aumento de la producción que tendrá que empezar por cubrir el déficit del stock de los G.S.A. Se supone que COMINCO podrá suplir a estos fines unos 17.000 frascos. Pero también parece que el consumo será superior al de 1968. Esto favorecerá la política hispano-italiana que pretende alcanzar los US\$ 600 frasco.

Estados Unidos tenía durante 1968 establecidos unos derechos de aduana de US\$ 16.72 por frasco. En Enero de 1969 los rebajaron a US\$ 15.20.

## B.— FUTURO

Las celdas mercuriales empleadas para la fabricación del cloro y de la sosa cáustica a partir de la halita son en la actualidad el principal mercado del Mercurio. El futuro de la minería de este metal aparece estrechamente ligado al desarrollo de la industria del cloro. Esta emplea dos sistemas: A) con celdas de Mercurio y B) con celdas de diafragma. Un examen económico comparativo arroja los siguientes resultados:

La Materia prima, halita en disolución, tiene un costo prácticamente nulo para ambos sistemas, pero el sistema de diafragma exige disoluciones libres de impurezas. Esta preocupación no existe para las celdas de Mercurio. El cloro elemental producido es análogo en los dos sistemas, pero la sosa cáustica obtenida por el método de Mercurio es más pura y por lo tanto de mayor valor comercial. Este tipo de sosa es el que exige la industria del rayón. La menos pura se emplea en pulpa, pasta de papel y en las refinerías de petróleo. Como por 1 ton. de cloro se produce 1.1 Ton. de sosa cáustica y el consumo de cloro viene creciendo a un ritmo de cerca del 7<sup>o</sup>/o anual, ritmo que no alcanza el consumo de sosa cáustica, se origina un exceso de producción que favorece la colocación de la sosa de más pureza, es decir la del método mercurial. La obtenida en celda de diafragma necesita además refino al vapor. Estas ventajas del sistema de celda de Mercurio se ven compensadas en parte por el mayor consumo de electricidad, 3.230 Kw/h por tonelada de cloro producido con Mercurio contra 2.830 Kw/h en celda diafragma y por el gasto de Mercurio. Una Planta moderna consume 0.2 a 0.3 libras por tonelada de cloro; el término medio es de 0.4 a 0.5 y en Plantas antiguas hasta 0.7 libras por Ton. de cloro. Con el mercurio a US\$ 500 el frasco esto supone de US\$ 1.32 a US\$4 por Ton. de cloro y se restablece un límite peligroso a favor de las celdas de diafragma, cuando los precios sobrepasan los US\$ 400 por frasco. En 1962 el sistema con celdas de Mercurio representaba el 18<sup>o</sup>/o de la capacidad instalada en Estados Unidos. En 1966 subió al 27<sup>o</sup>/o y en las plantas de nueva instalación alcanza el 56<sup>o</sup>/o.

Un nuevo procedimiento combina los dos sistemas repartiéndose la capacidad instalada al 50<sup>o</sup>/o.

Es evidente que todos los procesos de desarrollo industrial acarrear un consumo creciente de cloro y sosa cáustica y si los precios del Mercurio se mantienen en límites razonables resulta asimismo evidente que dichos procesos provocarán un creciente consumo de Mercurio.

Otro gran mercado son las baterías secas con celdas de Mercurio. Estas baterías han doblado su consumo en los últimos diez años cubriendo un inmenso campo en

alumbrado, transistores, fotografía, medicina, satélites, computadores, relojes, señalización, etc. etc. Prácticamente pueden abarcar cualquier voltaje y capacidad y resistir cualquier temperatura y humedad del aire. Aunque la cantidad de Mercurio por celda representa solo 6 ct. al precio de US\$ 500 frs., la competencia con otros tipos de baterías, especialmente con alcali-manganeso, parece limitar sus posibilidades de comercialización al precio tope de US\$ 700 por frasco.

El empleo del Mercurio en las pinturas ha recibido un gran impulso en los últimos años al comprobarse que el deterioro de la pintura se debe sobre todo al desarrollo de hongos por la humedad ambiente o por la base acuosa de las pinturas a base de latex. Los productos mercuriales fungicidas mezclados en las pinturas evitan estos inconvenientes. Sin embargo éste enorme campo de utilización se ve frenado, una vez más por la inestabilidad del precio del Mercurio ya que el valor de sus derivados representa los tres cuartos del valor de las pinturas mercuriales y ello favorece automáticamente la investigación encaminada a buscar otros fungicidas como sustitutos. Según parece el punto crítico para esta posible sustitución está en el precio tope de US\$ 500 frasco. El poder fungicida de los productos mercuriales, se utiliza desde hace tiempo en agricultura pero precisamente por esta razón aparece que se ha alcanzado la estabilidad en el mercado y no se espera un crecimiento apreciable del mismo.

Para 1970 se supone lleguen al mercado las nuevas producciones de Estados Unidos (Cominco's Lake), Turquía, Canadá. España anuncia un ligero aumento de producción. Aunque este país ha de mantener aún por algunos años el liderato mundial compartido con Italia, parece lógico que ambos pierdan posiciones al aumentar sus precios de costo por profundidad y agotamiento de las zonas ricas. Por otra parte nuevas técnicas permiten el aprovechamiento de minerales pobres. Pero todo ello no parece puedan alterar esencialmente las posiciones actuales debidas a una demanda que crece paralelamente a la producción o quizás a un ritmo superior.

Como resumen diremos que el enemigo principal del Mercurio es su propia inestabilidad de precio. Su futuro parece depender única y exclusivamente de la posibilidad de regularizarlo para poder prevechar el vasto campo de actividad que sus propiedades le brindan. De momento no se cree que pueda llegarse a un precio de US\$ 600, creyéndose que más bien se mantendrá al rededor de los US\$ 500, aunque al comenzar 1970 las cotizaciones tienden a declinar hacia US\$470-490 a causa de las ventas realizadas por Italia.

## C.— CHILE

### C.1.— Mercado Exterior.

Las exportaciones del Mercurio chilenos se reflejan en el cuadro siguiente:

A ñ o	K g s .	Valor Total US\$	Valor por frasco US\$
1960	94.000	461.062	171
1961	83.100	351.975	149
1962	36.600	148.886	143
1963	13.400	54.420	145
1964	1.200	5.117	175
1965	3.400	55.078	641
1966	—	—	—
1967	—	—	—
1968	1.500	16.714	389
233.200			

Fuente: Banco Central.

Durante este período (1960–1968) la producción fué de 247.885 Kgs., lo que significa que Chile exporta el 94% de su producción.

Los principales países compradores son: Estados Unidos, Brasil, Uruguay, Argentina y Japón.

En 1961 la distribución fué:

Japón	56.600 Kgs.
Brasil	23.200 Kgs.
Argentina	3.300 Kgs.
83.100 Kgs.	

En 1963:

Estados Unidos	7.900 Kgs.
Argentina	4.000 Kgs.
Brasil	1.000 Kgs.
Uruguay	500 Kgs.
13.400 Kgs.	

En 1968:

Argentina	1.100 Kgs.
Uruguay	400 Kgs.
	1.500 Kgs.

Las importaciones especialmente de sales y compuestos mercuriales fueron en el mismo período:

A ñ o	K g s .	Valor US\$
1960	1.300	15.802
1961	500	12.856
1962	3.000	15.924
1963	1.800	19.091
1964	—	—
1965	200	6.362
1966	1.600	33.996
1967	1.000	3.516
1968	200	1.801

Fuente: Banco Central.

## C.2.— Mercado Interior

El escaso consumo chileno se distribuye entre Petroquímica Chilena, Cía. Manufacturera de Papeles y Cartones, Electroquímica Unidas, Farmodenta, Manufacturera de Sombreros, etc.

C o n s u m i d o r e s	T o n s .	D e s t i n o
Petroquímica Chilena	3.000—4.000	Fab. Cloro—Soda
Cía. Manuf. de Papeles y Cartones	800	Celdas electrolyticas
Farmodenta	300—350	Odontología