



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

"LAS FERROALEACIONES EN MEXICO"

342

MONOGRAFIA

Que para obtener el título de:
 INGENIERO QUIMICO METALURGICO
 p r e s e n t a :
 Santiago Oseguera Andrade



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Clase Tesis
Núm. 1376
Fecha 1976
Cód. PL

330



QUÍMICA

A MIS PADRES

SANTIAGO E ISABEL
CON CARÍÑO

Por su abnegación y sacrificio
en la culminación de mis estu
dios profesionales.

A MIS HERMANOS

Eglantina, J. Jesús, Antonio, Ma. Isabel,
Ismael, Víctor y Tita
Por su apoyo en mi carrera.

A MIS TIOS

Especialmente a Tía Paula y Viro
Con verdadero agradecimiento.

AL ING. ALEJANDRO ESPINU
Con gratitud al amigo sincero.

AL LIC. CARLOS GUZMAN RIVERA.

A mis sobrinos y demás familiares.

A mis Maestros y Amigos

y a quienes de alguna manera colaboraron
para la elaboración del presente trabajo.

JURADO ASIGNADO

PRÉSIDENTE: PROF.: MANUEL GAVIÑO RIVERA
VOCAL: PROF.: KURT H. NADLER GUNDEISHEIMER
SECRETARIO: PROF.: ALEJANDRO ESPINU MANKIQUE DE LARA
1er. Suplente: PROF.: JOSE CAMPOS CAUDILLO
2o. Suplente: PROF.: HUMBERTO MALAGON ROMERO

Sitio donde se desarrolló el tema:

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

Sustentante:

SANTIAGO OSEGUERA ANDRADE.

Asesor del Tema:

ING. QUIM. ALEJANDRO ESPINU M., DE L.

I N D I C E

	PAG.
I. - INTRODUCCION Y GENERALIDADES	1
1.1. - Introducción	1
1.2. - Generalidades	3
1.2.1. - Usos y propiedades	4
1.2.2. - Principales ferroaleaciones	5
1.2.3. - Localización de yacimientos	11
1.2.4. - Reservas minerales	15
1.2.5. - Energía Eléctrica	16
II. - DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	18
2.1. - Prefacio	18
2.2. - Proceso general	19
2.3. - Proceso de fabricación del ferromanganeso	22
2.3.1. - Materias primas	23
2.3.2. - Preparación de mezclas	27
2.3.3. - Características del horno	28

	PAG.
III.- MERCADO	40
3.1.- Consumo Nacional Aparente	40
3.1.1.- Consumo aparente en América Latina	42
3.2.- Producción nacional	43
3.2.1.- Producción en América Latina	44
3.2.2.- Producción mundial	46
3.3.- Importaciones	47
3.3.1.- Importación de ferroaleaciones en América Latina	49
3.4.- Exportaciones	50
3.4.1.- Exportaciones de América Latina	50
3.5.- Evolución y tendencias	51
3.5.1.- Proyección para América Latina	52
IV.- PRECIOS	53
4.1.- Mineral de manganeso	53
4.2.- Ferroaleaciones	54
4.2.1.- Ferromanganeso	54
4.2.2.- Silicomanganeso, manganeso metálico y ferromanganeso	55
4.2.3.- Ferrosilicio	56

	PAG.
4.2.4. - Ferrocromo	57
4.2.5. - Otras ferroaleaciones especiales	57
4.3. - Precio al consumidor en México del artículo importado	58
4.4. - Al público en el país de origen	60
4.5. - Del producto fabricado en México al distribuidor y al consumidor	60
V. - PRINCIPALES EMPRESAS PRODUCTORAS	61
5.1. - Empresas Nacionales	61
5.1.1. - Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V.	62
5.1.2. - Ferroaleaciones de México, S. A.	63
5.1.3. - Ferralver, S. A.	64
5.2. - Capacidad actual	64
5.3. - Capacidad proyectada	65
5.4. - Empresas en América Latina	66
VI. - NORMAS DE CALIDAD	67
6.1. - Definición	67
6.2. - Normas nacionales	69

	PAG.
6.3.- COPANT	70
6.4.- ASTM	71
6.5.- JIS	72
6.6.- DIN	73
6.7.- Análisis típicos	73
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
VIII.- BIBLIOGRAFIA	86

I.- INTRODUCCION Y GENERALIDADES

1.1.- INTRODUCCION

Conociendo de antemano la importancia que la industria siderúrgica representa como un apoyo económico necesario no sólo para México, sino para cualquier país del mundo, se puede hablar de que un país es más fuerte y que el nivel de vida de sus habitantes es más elevado cuanto más acero produzca; así pues, resulta obvio que la industria de las ferroaleaciones constituye también un pilar económico necesario para el desarrollo de cualquier país, pues una de las materias primas más importantes para la elaboración de acero la constituyen precisamente las ferroaleaciones.

El acero interviene de una manera directa o indirecta para la elaboración de cualquier artículo, y consecuentemente, siendo las ferroaleaciones indispensables para su producción en la elaboración de cualquier producto, son siempre necesarias.

Observando que la industria nacional de acero se lleva a cabo a ritmos acelerados e impetuosos, pero al mismo tiempo de una manera estable, cualquier industria auxiliar debe necesariamente crecer con antelación.

Nos hemos percatado que la industria mexicana de ferroaleaciones actualmente se prepara para hacer frente a la demanda que se prevé, de acuerdo a los planes de expansión de las plantas de aceración actuales y la constitución de nuevas industrias siderúrgicas y esto nos lleva a la conclusión de que se requiere de ingenieros y técnicos más capacitados para hacer a nuestro país autosuficiente en este renglón.

Se ha visto también que el crecimiento de la industria siderúrgica mexicana ha sobrepasado temporalmente la capacidad de producción de ferroaleaciones, especialmente en 1974 y 1975, y se ha tenido que recurrir a la importación de las más comunes para complementar su producción y de esta manera se ha evitado el entorpecimiento de nuestro desarrollo industrial.

El gran interés que ha observado el autor de esta monografía a través de su corta vida profesional por evitar la importación de ferroaleaciones le ha impelido a desarrollar este breve estudio enfocado a la industria siderúrgica, con el ánimo de encontrar nuevos métodos y técnicas para cumplir con la finalidad que se ha forjado desde el inicio de su carrera profesional.

1.2.- GENERALIDADES

Al hablar de las ferroaleaciones debemos dar una definición exacta para comprender su significado.

FERROALEACIONES.- Conocidas también como FERROMETALES, son ligas auxiliares o intermedias del hierro con otros metales, destinadas a ser incorporadas al hierro líquido con fines de desoxidación o descarbonización o bien para la preparación de los llamados aceros especiales.

1.2.1.- USOS Y PROPIEDADES

En principio todas las ferroaleaciones son empleadas en la fabricación del acero y el propósito de una ferroaleación es triple:

- i) Dar al baño de fundición la composición química deseada.
- ii) Controlar la temperatura de vaciado del metal.
- iii) Dar al producto final las características físicas deseadas.

El control de solidificación del acero depende del control que se tenga de los gases tales como el oxígeno (en la desoxidación), el nitrógeno y el hidrógeno, las cuales puede disminuir la calidad del producto.

Las propiedades que las ferroaleaciones imparten a los aceros son principalmente las de mejorar su resistencia a la tensión, ductilidad, maleabilidad, resistencia al impacto, durabilidad, re

sistencia a la temperatura, resistencia a la corrosión y, en casos es peciales, modificar sus propiedades eléctricas lo cual se logra al unirse químicamente con los elementos indeseados que son eliminados en la escoria formada y al quedar combinados con los aceros.

Disponibles como ferroaleaciones están el aluminio, boro, calcio, cromo, columbio, manganeso, molibdeno, fósforo, selenio, silicio, titanio, tungsteno, vanadio y zirconio.

1.2.2.- PRINCIPALES FERROALEACIONES

En México se fabrican principalmente las siguientes ferroaleaciones:

a).- Ferromanganeso (FeMn)

Es la más importante de las ferroaleaciones utilizadas en la industria siderúrgica pues interviene en la fabricación de todos los aceros al carbón.

Proporciona a los aceros propiedades de dureza, tenacidad y resistencia a la abrasión y mejora las calidades para laminación y forja de los mismos.

Por la afinidad que el manganeso tiene por el oxígeno, se emplea como desoxidante en el proceso de fabricación de acero así como agente desulfurante. Tiene también gran uso en la fabricación de bronce especiales y en casi todas las aleaciones comerciales de aluminio y magnesio.

La desoxidación tiene por objeto dar al oxígeno que se encuentra en el acero sobreafinado una forma que no perjudique a la pieza; con tal fin se agregan al acero ya afinado los agentes de desoxidación que, bajo sus condiciones de existencia, manifiestan para el oxígeno mayor afinidad que el hierro, aunque debemos tener presente que la completa expulsión de las sustancias extrañas al acero no se puede lograr porque: i) Las reacciones de desoxidación son reversibles y de acuerdo con la ley de la acción de masas no se verifican completamente, y ii) La retención de los últimos vestigios de componentes extraños, crece en muchos casos, aun aumentando la temperatura.

El mineral de donde proviene el manganeso es la pirrolusita (MnO_2), conocida también como óxido negro de manganeso - que posee el siguiente análisis:

48 - 50 %	Mn
8 %	Fe
8 %	SiO ₂
34 %	Otros

Los principales países productores de mineral de manganeso son: Suráfrica, Congo Belga, Brasil, Unión Soviética, India, Estados Unidos de América, Cuba, México y Ghana.

b).- Silicomanganeso (SiMn)

Es otro medio para introducir manganeso en el metal fundido, así como también silicio; generalmente es añadido a los aceros cuando la cantidad de carbón ya no se quiere alterar.

c).- Ferrosilicio (FeSi) en grados 75% y 50%

Conocido también como siliciuro de hierro o hierro siliciado, es una aleación que se utiliza como desoxidante en los pro

cesos de fabricación de acero. La incorporación de silicio en el acero como elemento de aleación mejora el límite elástico de los mis--mos. Agregando estas aleaciones a los aceros al cromo les aumen--ta su resistencia a la oxidación cuando van a ser usados en condicio--nes de alta temperatura.

El cuarzo (SiO_2) nos proporciona el silicio.

d). - Ferrocromo. Alto carbón (FeCr)

Como materia prima sirve casi solamente el hie--rro cromado. En estado puro corresponde a la fórmula $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ pero a menudo se halla sustituida una porción del FeO por CrO , MnO , MgO y el Cr_2O_3 por Fe_2O_3 , de manera que la proporción de Fe a - Cr cambia, de acuerdo a la especial composición de la mena. Por - esto, en la obtención del ferrocromo de determinada riqueza, hay - que acomodar las adiciones y aun a menudo los métodos de trabajo - a los datos analíticos. La composición de las menas usuales:

33 - 56 % Cr_2O_3	3 - 20 % MgO
10 - 20 % FeO	13 % CaO
10 - 30 % Al_2O_3	10 % SiO_2

Los yacimientos principales de cromita los encontramos en Silesia, Nueva Zelanda; Rodesia, Nueva Caledonia, Grecia, Asia Menor, Rusia, Estados Unidos, Cuba, en placeres de platino y aguas negras.

El cromo se emplea para incrementar las propiedades de dureza y resistencia al desgaste de los aceros, especialmente a altas temperaturas, en cantidades de 5 o 6% mejora la resistencia a la oxidación y a la corrosión. Los aceros inoxidables contienen generalmente de 10 a 18% de cromo. Se emplea para herramientas de corte, proyectiles y planchas de blindaje.

e). Ferromolibdeno

El elevado precio del molibdeno y su valor para la siderurgia por comunicar al acero propiedades que sólo pueden lo---

grarse con grandes adiciones de **Wolframio** (Tungsteno) y aun no se pueden lograr de modo alguno, ha conducido al beneficio de minerales pobres, con menos del 2% y en algunos casos con menos. Es por ello que desempeña un importante papel la preparación de las menas que se lleva a cabo por tría, lixiviación, flotación e incluso por la acción de separadores magnéticos o electrostáticos.

El mineral de donde proviene es la molibdenita --- (MoS_2) que llega a enriquecerse hasta un 80% o más, también con menos frecuencia se trata la Wulfenita (PbMoO_4).

Molibdenita: Mo 59.9 %
S 40.1 %

Yacimientos: Sajonia, Bohemia, Australia y Estados Unidos.

Wulfenita: PbO 60.8 %
MoO₃ 39.2 %

Yacimientos: Austria, Estados Unidos, México.

Se usa en la fabricación de acero, fundición de hierro y herramientas de corte rápido, principalmente para acrecentar las propiedades de otros metales tales como el cromo, níquel y vanadio. Incrementa la dureza y la resistencia a la tracción, permitiendo al mismo tiempo se conserve la tenacidad.

1.2.3.- LOCALIZACION DE YACIMIENTOS POR ESTADOS

Chihuahua

Razón Social: Julián Aguilar y Raúl A. Sáenz
 Ubicación: Janos - Casa Janos
 Capacidad: 80 T/día
 Tratamiento: Conc. Mecánica
 Mineral: Manganeso.

Razón Social: Manganeso, S. A.
 Ubicación: San Buenaventura - Sierra Mojina
 Capacidad: 300 T/día
 Tratamiento: Medio pesado
 Mineral: Manganeso

Durango

Razón Social: Ferroaleaciones de México, S. A.
Ubicación: Gómez Palacio
Capacidad: 800 T/día
Tratamiento: Fundición
Mineral: Ferroaleaciones

Hidalgo

Razón Social: Cía. Minera Autlán, S. A.
Ubicación: Lolotla
Capacidad: 1700 T/día
Tratamiento: Nodulización, calcinación.
Mineral: Manganeso

Razón Social: Cía. Minera Buenavista, S. A.
Ubicación: Molango
Capacidad: 192 T/día
Tratamiento: Lavado
Mineral: Manganeso

Razón Social: Cía. Minera Autlán, S. A.
Ubicación: Xochicoatlán
Capacidad: 120 T/día
Tratamiento: Lavado
Mineral: Manganeso

Puebla

Razón Social: (Ferroaleaciones Teziutlán) Cía. Minera Autlán, S.A.
 Ubicación: Teziutlán - Aire Libre
 Capacidad: 35,000 T/año
 Tratamiento: Fundición
 Mineral: Ferroaleaciones

Sonora

Razón Social: Tungsteno de Baviácora, S. A.
 Ubicación: Baviácora, el Jaralito
 Capacidad: 100 T/día
 Tratamiento: Conc. gravimétrica
 Mineral: Tungsteno

Razón Social: Rubén Vélez
 Ubicación: Baviácora-Realito
 Capacidad: 30 T/día
 Tratamiento: Conc. Gravimétrica
 Mineral: Tungsteno

Razón Social: Oscar Galaz Cervantes
 Ubicación: Baviácora, El Realito
 Capacidad: 40 T/día
 Tratamiento: Conc. Gravimétrica
 Mineral: Tungsteno

Razón Social: Cía. Minera Cibola, S.A. de C.V.
Ubicación: La Colorada, San José de Pima
Capacidad: 100 T/día
Tratamiento: Conc. gravimétrica
Mineral: Tungsteno

Razón Social: Minera Mexicana, S. A.
Ubicación: Magdalena
Capacidad: 60 T/día
Tratamiento: Medio pesado
Mineral: Manganeso

Razón Social: Minera Montecristo, S. A.
Ubicación: Nacozari
Capacidad: 100 T/día
Tratamiento: Flotación, conc. gravimétrica
Mineral: Molibdeno, Fierro, Cobre y Wolframio

Razón Social: Minerales América, S. A.
Ubicación: Sahuaripa
Capacidad: 80 T/día
Tratamiento: Conc. Gravimétrica

Razón Social: Minera El Encinal
Ubicación: Yécora
Capacidad: 60 T/día
Tratamiento: Flotación
Mineral: Molibdeno, Cobre

Razón Social: Minera Galaviz, S. A. Unidad Sta. Rosa.
 Ubicación: Yécora
 Capacidad: 100 T/día
 Tratamiento: Flotación
 Mineral: Cobre, Molibdeno

Razón Social: Minera Galaviz, S. A. Unidad Sta. Ana
 Ubicación: Yécora
 Capacidad: 400 T/día
 Tratamiento: Flotación
 Mineral: Molibdeno, Cobre

En Proyecto:

Razón Social: Cía. Minera Autlán, S.A. de C.V.
 Ubicación: Pánuco, Veracruz
 Capacidad: 152 T/día
 Tratamiento: Fundición en hornos eléctricos de arco sumergido
 Mineral: Manganeso

1.2.4. - RESERVAS MINERALES

En México, el Consejo de Recursos Naturales no Renovables señala un total de 14 millones de toneladas de mineral de manganeso como reservas positivas, las que sumadas a las probables y posibles dan más de 108 millones de toneladas de mineral de reserva total.

Las reservas mundiales de Mn se estiman en mil millones de toneladas, de las cuales más del 60% se encuentran en la Unión Soviética.

América Latina posee no menos de 10% de los requerimientos mundiales de manganeso para el resto de este siglo.

1.2.5.- ENERGIA ELECTRICA

Existe preocupación por el problema energético, pero la energía eléctrica es básica para el desarrollo de cualquier industria, pero corresponde a estudios especializados fuera del ámbito de este trabajo visualizar en qué momento se alcanzará un abastecimiento eléctrico en condiciones tales que aseguran la posibilidad de producir ferroaleaciones y de competir en el mercado internacional de otros productos.

Estimación cuantitativa de la existencia de reservas minerales de Mn, Cr, Ni, Mo, Ti, V, W, y Nb en Latinoamérica

	Conocidas			Explotadas	Sin Información
	Exportables	Suficientes	Insuficientes		
Argentina	W		Mn		Cr, Ni, Mo, Ti, V, Nb
Bolivia	W, Mn				Cr, Ni, Mo, Ti, V, Nb
Brasil	Mn, Nb	Cr, Ni, Ti, W		Mo, V	
Colombia			Cr		Ni, Mo, Ti, V, W, Nb
Chile	Mo	Mn, V	Ni, W	Cr, Ti	Nb
Ecuador				Mn	Cr, Ni, Mo, Ti, V, W, Nb
Guyana	Mn				Cr, Ni, Mo, Ti, V, W, Nb
México	Mn, W	Mo	V		Cr, Ni, Ti, Nb
Paraguay		Mn			Cr, Ni, Mo, Ti, V, W, Nb
Perú	W	Mo, Mn	V		Cr, Ni, Ti, Nb
Uruguay		Mn, Ti			Cr, Ni, Mo, V, W, Nb
Venezuela	Ti	Mn			Cr, Ni, Mo, V, W, Nb
Centroamérica	Cr, Ni, Mn				Mo, Ti, V, W, Nb

FUENTE: MONOGRAFÍAS DIVERSAS.

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1.- PREFACIO

Al hacer referencia del proceso de elaboración de las ferroaleaciones se debe conocer el significado de los siguientes términos:

a. - Horno eléctrico de arco sumergido: Equipo en el cual se llevan a cabo todas las reacciones del proceso. Consta de un recipiente metálico y por lo general cilíndrico que va recubierto interiormente con refractario. Dentro de éste van sumergidas tres columnas de electrodos que son los transportadores de la corriente eléctrica que se convertirá en calor para poder llevar a cabo la fusión del material que se agregue.

b. - Carga: Es una mezcla de materiales, calculada estequiométricamente para obtener una ferroaleación determinada.

c. - Boca: Orificio que se deja al horno para poder sacar los productos obtenidos después de la fusión.

d. - Escoria: Es un subproducto que se obtiene en la fabricación de algunas ferroaleaciones.

2.2. - PROCESO GENERAL

En la fabricación de ferroaleaciones deben distinguirse básicamente dos procesos:

- i) Con escoria
- ii) Sin escoria

Para cualquiera de los dos mencionados deberá partirse por lo menos de los siguientes materiales que constituyen la carga:

a. - Mineral: Es el que proporciona el elemento principal constituyente de la ferroaleación, por ejemplo el cuarzo

nos proporciona el silicio, la pirolusita el manganeso, la cromita - el cromo, la molibdenita y la wulfenita el molibdeno, etc.

b. - Reductores: Son generalmente carbones que - cumplen la misión de combinarse con el oxígeno del mineral oxidado y de esta manera dejar libre el elemento aleante.

c. - Diluyentes: Generalmente es la rebaba que - proporciona el hierro necesario para que el producto cumpla con - ciertas especificaciones.

d. - Escorificantes: Estos materiales nos ayudan - en los procesos con escoria a impartirle ciertas propiedades al sub producto las que nos permitirán operar sin muchos problemas. Se debe tener presente que en la escoria se eliminan las impurezas -- de los materiales.

Basados en los conceptos anteriores podemos des-- cribir el proceso de una forma muy simple.

Así pues, el proceso consiste en preparar, según cálculos estequiométricos la carga para la ferroaleación deseada. Estas cargas se agregan al horno de manera continua y allí, según se describió anteriormente, por medio de la corriente eléctrica se impartirá el calor necesario para llevar a cabo la fusión, al mismo tiempo se realiza un sinnúmero de reacciones químicas que nos permitirán obtener el producto requerido.

La boca se destapa a intervalos que varían desde 1.15 a 2 horas para extraer todos los productos de fusión, los cuales son recibidos en el sistema de vaciado, dependiendo esto del tipo de ferroaleación. Una vez drenado el horno se tapa la boca y se repite el ciclo, según el programa de vaciado establecido.

El producto es quebrado y clasificado en diversos tamaños, según lo requiera el cliente y posteriormente es enviado por camión o ferrocarril.

2.3.- PROCESO DE FABRICACION DEL FERROMANGANESO

Siendo el manganeso la más importante de las ferros aleaciones brevemente se describirá su elaboración, la que se lleva a cabo por medio de tres procesos:

a. - Con escoria de 27% de manganeso y que aproximadamente guardan una relación Mn/Fe de 23 a 1.

b. - Con escoria de 6.5% de manganeso, a partir de una mezcla de nódulos de manganeso y mineral de manganeso importado en proporción de 94% de nódulos y 4% de mineral importado.

c. - Con escoria de 20% de manganeso mezclando nódulos con minerales de manganeso e importados en proporción de -- 77.5% de nódulos con 22.5% de mineral importado.

2.3.1.- MATERIAS PRIMAS

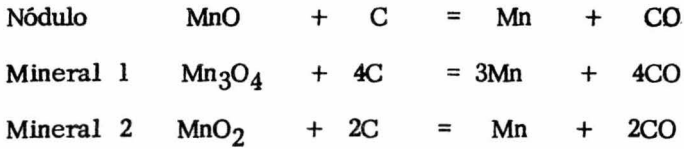
En los cuadros 1 y 2, se muestran las características de las materias primas utilizadas en la fabricación de ferromanganeso.

NODULIZACION.- Es un proceso pirometalúrgico en el que los carbonatos de baja ley al ser expuestos a altas temperaturas, a través de un horno rotatorio, se descomponen por semirreducción para transformarse en óxidos de manganeso, perdiéndose en el proceso el 47% en peso y obteniéndose un mineral, de manganeso concentrado en forma de nódulo (aglomerado), de la calidad que requiere la industria siderúrgica nacional y cuyo uso principal es en la producción de ferroaleaciones.

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS NODULOS Y VENTAJAS:

i).- Su reducción requiere menos energía pues sus compuestos tienen menos grado de oxidación.

ii). - El carbón que se utiliza disminuye en aproximadamente 20%.



iii). - La conductividad de la carga disminuye y esto provoca que los electrodos operen más profundos dentro del crisol - con lo cual aumenta su eficiencia en hornos eléctricos con mayor aprovechamiento de calor, menor pérdida en los humos por arrastre y utilización de voltajes y factor de potencia altos.

iv). - El alto contenido de CaO más MgO (17.8%) permite utilizar menos cantidad de agentes escorificantes tales como -- piedra caliza pues, según la práctica, una tonelada de piedra caliza consume aproximadamente 1,200 kWh.

v). - El alto contenido de MgO (entre 9 y 11%), permite la formación de silicatos de magnesio con bajo punto de fusión.

vi). - La cantidad de fierro evita la necesidad de agregar mineral de hierro, rebaba o chatarra para la obtención de ferromanganeso.

vii). - La alúmina se encuentra en baja proporción, lo que permite la formación de escoria de Mn de bajo punto de fusión.

viii). - Los nódulos no decrepitan en el horno eléctrico por lo que imparte a la mezcla la porosidad debida hasta que ella se funde y reacciona.

ix). - Los nódulos poseen magnífica granulometría como se observa en el cuadro No. 2; la cantidad de fusión es mínima, su resistencia física es adecuada, por lo que no se disgrega durante su manejo normal, sin que ello sea una limitación para reaccionar en el horno lo que nos lleva a:

a. - Preparación muy uniforme de mezclas con porosidad.

b. - Por el bajo contenido de finos las pérdidas por arrastre son mínimas.

c. - Manejo es muy fácil.

d. - No absorben humedad (4% máximo).

Las características y ventajas antes mencionadas hacen del nódulo de manganeso un producto sumamente adecuado para optimizar cualquier operación en la que se produzcan aleaciones de manganeso. Si estas ventajas son de gran valor en hornos de tipo abierto, ellas son mayores en los hornos modernos de tipo cerrado.

MINERAL MEXICANO E IMPORTADO:

Estos minerales se han utilizado únicamente para obtener el balance Mn/Fe suficiente para producir ferromanganeso de 74 - 76% de Mn.

REDUCTORES

Coke Breeze con un contenido de cenizas de 11%, mezclándose en una proporción hasta de 60%, por 40% de coque mexicano. También se realizan pruebas con carbón vegetal.

PIEDRA CALIZA

Dependiendo del tipo de escoria de Mn que se va a producir, se agrega esta materia prima para balancear la relación básico/ácido y, en el caso del proceso de escoria 6 - 7% de Mn, se utiliza con aproximadamente 200 kg de piedra caliza, por cada tonelada de mineral, para tratar de mantener una relación básico ácido de 2.30 a 2.35.

2.3.2. - PREPARACION DE MEZCLAS

De los patios, donde se encuentra almacenada la materia prima, es tomado por medio de un cargador frontal con un cucharón de 1.9 m³ de capacidad, se pesa en una báscula de 20 toneladas.

das de capacidad y el mismo cargador frontal va formando "camas" de cada uno de los materiales. Una vez formadas las camas, se mezclan perfectamente una o dos veces con las mismas máquinas, quedando así listas para alimentarse a los hornos.

2.3.3. - CARACTERÍSTICAS DEL HORNO

Capacidad eléctrica	6,000 KVA
Rango de Voltaje	85 a 145 V (7 pasos)
Diámetro de coraza	5.5 m
Diámetro interior del crisol	3.8 m
Profundidad del crisol	2.7 m
Electrodos de grafito	0.61 m (24" Ø)
Distancia entre electrodos (centro a centro)	1.6 m
Voltaje primario	13.2 KV

El horno es abierto y se alimenta por medio de cargador frontal auxiliado por una picadora.

El sistema eléctrico secundario consta de tubos de cobre por los que circula agua para su enfriamiento, cables flexibles "salchicha" para que circule agua con una presión y densidad determinadas; estos cables flexibles conectan a otros tubos de cobre verticales que bajan hasta las zapatas de contacto.

SISTEMA DE VACIADO

El horno se sangra por un solo orificio que desemboca a un canal y éste se bifurca en dos ramas en forma de "Y", de manera tal que las coladas se van alternando hacia ambos lados. Cada canal conecta a un separador en donde, por diferencia de pesos específicos, la escoria de manganeso es desviada hacia unas tinas-trampas en donde se capta cualquier porción de metal que pudiera llevar; la escoria de Mn cae en unas tinas circulares y el exceso al piso. El metal se recibe en moldes rectangulares de fierro colado, protegidos con arena.

Máxima recuperación de manganeso en la aleación:

87.8%.

PROMEDIO ANUAL DE REDUCTORES

Vegetal	1.8%
Coke Mexicano	69.4%
Coke Breeze	28.8%
Voltaje Secundario	104 V
Factor de Potencia	0.72

La profundidad ideal de los electrodos dentro de la carga fue aquella que permitió una distancia del fondo del crisol a la punta del electrodo de 0.75 m.

KW aplicados por cada m^2 de las tres zonas de reacción:

Resultado óptimo	330 Kw/ m^2
Promedio anual	356 Kw/ m^2

En el proceso de escoria 20% de Mn suben los valores un 8%.

Problemas que se pueden presentar en la operación del horno debidos a la alta temperatura de trabajo y a la cantidad -- de carbón utilizado:

i) Drenaje incompleto de la escoria de Mn (fría-viscosa), con lo que afecta la conductividad eléctrica.

ii) Bloqueo de la boca con carbón sin reaccionar -- también afecta la conductividad de la carga.

iii) Soplos fuertes en la zona de alimentación con -- la consiguiente pérdida de Mn en los humos y daño en el equipo.

iv) Variación continua en la profundidad de los electrodos, y

v) Deterioro de la boca del horno.

SOLUCIONES:

i) Controlar el carbón fijo requerido, dentro de rangos muy estrechos.

ii) Controlar el tamaño de los reductores.

iii) Mantener la composición de la escoria de Mn -- dentro de límites muy estrictos relación básico/ácido 2.30 a 2.35.

iv) Activar las vaciadas mediante varillas de acero, madera y aire inyectado para durar toda la escoria de Mn; y

v) Operando con voltajes entre 100 y 105 V y factor - de potencia bajo (0.75 máximo).

Todo lo anterior requiere de una atención constante y efectiva, principalmente del laboratorio y de los operadores observando de manera continua la zona de carga, posición de los electrodos y características de las vaciadas.

LABORATORIO DE CONTROL

a. - Se toman muestras de cada vaciada, lo que sucede cada 90 minutos.

- b. - Con las muestras de cada dos vaciadas se hace un compósito.
- c. - Se analizan el Mn y el Si en el metal y en la escoria de manganeso.
- d. - Cada ocho horas se analizan el Mn, CaO y SiO₂ en la escoria de Mn.
- e. - Cada 24 horas se analizan los compuestos faltantes en la escoria de Mn, MgO y Al₂O₃.
- f. - Las materias primas están controladas estrictamente, analizándolas de manera sistemática y almacenándose en lotes de características bien determinadas.

Comúnmente, para producir ferromanganeso en casi todos los países se utiliza las prácticas con escorias de 30% de Mn; sin embargo, en nuestro caso era justificable adoptar la técnica de baja escoria de Mn, por las siguientes razones:

a. - La relación Mn/Fe de los nódulos implicaba tener una recuperación alta de manganeso en el metal;

b. - No era posible conseguir cantidades suficientes de mineral mexicano de alta ley; y

c. - Aun cuando los volúmenes de mineral importado requeridos eran bajos, su obtención era difícil.

RESULTADOS:

El análisis de metal y escoria es el siguiente:

METAL		ESCORIA	
Mn	74.6 %	Mn	6.8 %
Si	0.7 %	SiO ₂	29.4 %
P	0.15 %	Fe	0.5 %
		Al ₂ O ₃	7.8 %
		CaO	34.3 %
		BaO	0.6 %
		MgO	15.2 %

Datos de Operación:

Carga eléctrica	4040.0 Kw
% de tiempo operado	93.5
Toneladas producidas	8604.0
Kwh/ton de producto	3280.0
Recuperación de Mn en el metal	85.8 %
Recuperación de Mn en la escoria	9.4 %
Recuperación total de Mn	95.2 %
% de carbón teórico	119.7 %
Relación escoria/metal	1.23
$\frac{\text{MnO} + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{AlK}}{\text{SiO}}$	2.32
Voltaje Secundario	104 V
Factor de Potencia	0.72

Consumo de materiales y energía eléctrica por tonelada métrica de FeMn:

Nódulos	2,115 kg
Mineral mexicano	82 kg
Mineral importado	38 kg
Carbón vegetal	10 kg
Coke mexicano	366 kg
Coke Breeze	148 kg
Piedra caliza	459 kg
Rebaba	nada
Electrodos	18.9 kg
Energía Eléctrica	3,280 kwh/ton de FeMn

CUADRO No. 1

ANALISIS QUIMICO DE LA MATERIA PRIMA

	Mn	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	Carbón fijo
Nódulos	39.6	8.2	13.5	3.8	7.8	10.0	.1	-----
Mineral Mn Mexicano	39.8	3.6	9.8	3.1	5.2	1.0	5.8	-----
Mineral Mn Importado	50.5	4.4	2.0	5.0	.2	.9	.2	-----
Carbón Vegetal	---	.2	3.4	1.8	5.8	--	--	68.0
Coke Mexicano	---	.7	17.5	3.1	1.2	--	--	74.6
Coke Breeze	---	.4	9.5	1.9	.8	--	--	83.5
Picora Caliza	---	--	1.0	--	54.9	--	--	-----

CUADRO No. 2

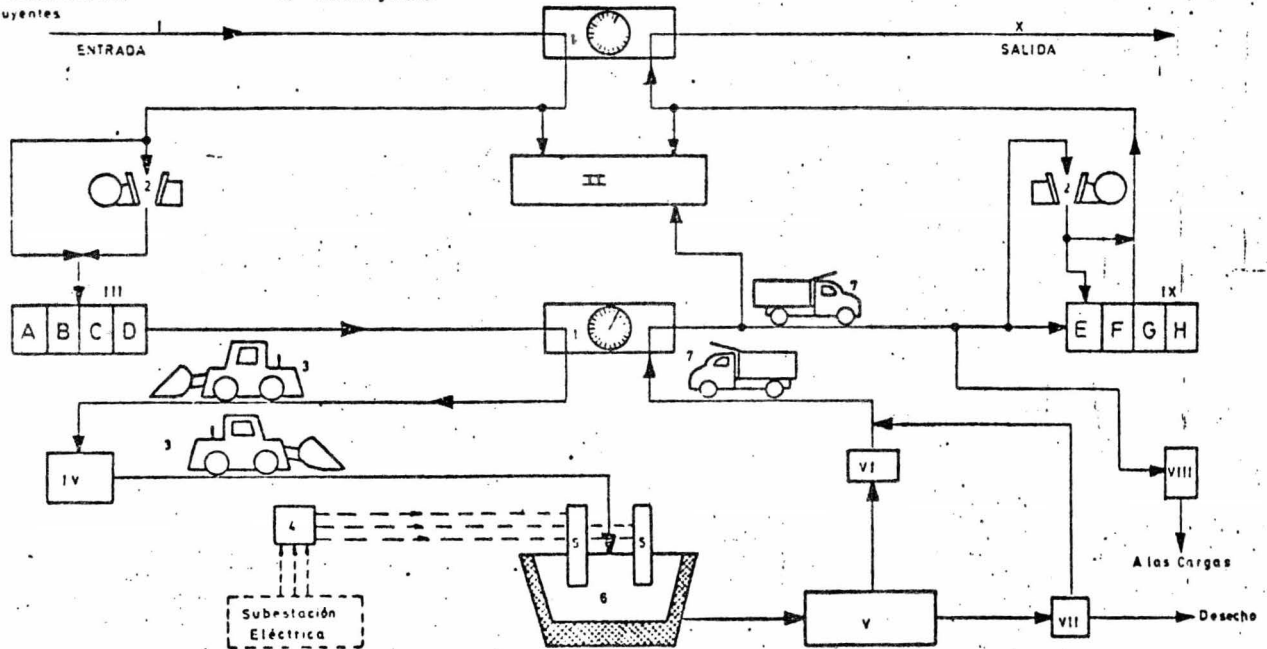
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA MATERIA PRIMA (%)

	Nódulos	Mineral Imp.	Mineral Mexicano	Coke Breeze	Coke Mexicano	Carbón Vegetal	Caliza	Promedio Mezcla
- 127 + 102 mm	3.0	0.7	---	---	---	7.0	11.1	4.0
-102 + 76 mm	10.3	2.9	10.7	---	0.3	5.2	24.5	11.0
- 76 + 51 mm	8.7	12.2	14.1	---	2.1	8.3	23.3	9.9
- 51 + 38 mm	5.4	15.1	7.7	---	4.8	10.6	16.1	6.9
- 38 + 25 mm	7.7	12.3	6.4	---	33.7	16.0	10.8	11.1
- 25 + 13 mm	46.5	26.2	23.2	2.0	19.3	38.9	13.4	36.0
- 13 + 6 mm	9.8	15.0	15.5	12.3	21.3	8.7	0.8	10.0
- 6 + 3 mm	8.6	9.6	17.8	44.0	10.8	1.5	---	8.7
-3mm + 20 mallas	---	3.1	3.9	24.2	4.1	2.7	---	1.3
- 20 mallas	---	2.9	0.7	17.5	3.6	1.1	---	1.1

NOTA: Los demás tipos de ferroaleaciones utilizan prácticamente el mismo proceso, únicamente varían en los tiempos de operación de los hornos necesitando mayor tiempo por lo cual en lo único que difieren es en la capacidad de producción que es menor.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE FERROALEACIONES

- | | | |
|--|---|---|
| <p>I. - Recibo de Materias Primas (F.C.C. Trailers Camiones).</p> <p>II. - Laboratorio de Control de Calidad.</p> <p>III. - Almacenamiento de Materias Primas.</p> <p>A - Minerales Oxidados (Mn, Si, Cr).</p> <p>B - Reductores (Hulla, Coque).</p> <p>C - Fundentes (Ca, Si).</p> <p>D - Diluyentes.</p> | <p>IV. - Preparación y mezcla de cargas.</p> <p>V. - Sistema de vaciado.</p> <p>VI. - Ferroaleación.</p> <p>VII. - Subproductos (Escoria - Retorno, etc.).</p> <p>VIII. - Escoria de Fe Mn. - Retornos.</p> <p>IX. - Almacenamiento de Ferroaleaciones.</p> <p>E. - Ferromanganeso.</p> | <p>F. - Ferrosilicio (45-75% de Si).</p> <p>G. - Silicomanganeso.</p> <p>H. - Ferrocromo.</p> <p>X. - Embarques de Producto (F.C.C. Trailers Camiones).</p> <p>1. - Bósculas Alto Tonelaje.</p> |
| | | <p>2. - Quebradoras.</p> <p>3. - Cargador Frontal.</p> <p>4. - Transformador Trifásico.</p> <p>5. - Electrodo.</p> <p>6. - Horno Eléctrico de Arco Sumergido.</p> <p>7. - Camiones.</p> |



III.- M E R C A D O

3.1.- CONSUMO NACIONAL APARENTE

Se ha podido establecer con la mayor precisión posible, el consumo nacional aparente de ferroaleaciones, desglosado -- por tipos.

En el cuadro No. 3 se presenta el Consumo Nacional Aparente de ferroaleaciones de 1970 a 1974.

$$C = P + I - E$$

Donde

- C = Consumo
- P = Producción
- I = Importaciones
- E = Exportaciones

El examen histórico ha sido bien detallado. Del análisis de estos consumos pueden salir conclusiones importantes para la industria siderúrgica y los fabricantes de ferroaleaciones

Las cifras presentadas incluyen, desde luego, las feroaleaciones consumidas en todo tipo de fundición e incluso parecen registrar insumos para la industria silicotérmica, sea para la fabricación de ferroaleaciones especiales o para metalurgia no ferrosa; - pero, en lo fundamental las ferroaleaciones fueron efectivamente usadas en la producción de acero, de modo que el aumento de consumo - por tonelada producida, corresponde realmente a una tendencia tecnológica para la industria nacional.

CUADRO No. 3

PRODUCCION, IMPORTACION, EXPORTACION Y CONSUMO APARENTE DE FERROALEACIONES

1971 - 1975

TONS.

Ferroaleaciones	1971				1972				1973				1974				1975			
	P	I	E	C	P	I	E	C	P	I	E	C	P	I	E	C	P	I	E	C
Ferromanganeso	44.534	1.311	----	45.845	47.846	1.323	----	49.169	54.535	1.479	350	55.664	46.915	4.381	181	51.115	64.598	5.692	17	70.307
Ferrosilicio	14.276	305	----	14.581	14.916	497	----	15.413	14.634	353	---	14.987	19.834	346	---	20.180	17.824	3.324	----	21.148
Silicomanganeso	6.871	----	2.858	4.013	11.929	----	4.493	7.436	12.306	----	3.862	8.444	14.351	----	---	14.351	15.720	----	----	15.720
Ferrocromo	1.523	1.107	----	2.630	1.975	516	----	2.491	---	1.636	----	1.636	----	3.738	---	3.738	----	4.154	----	4.154
Ferromolibdeno	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	3	---	3	155	----	----	155
Ferrovandio	153	190	----	343	118	192	----	310	165	29	----	194	191	163	---	354	185	262	----	447
Ferrocolumbio	----	26	----	26	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ferrotitanio	----	10	----	10	----	3	----	3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ferromniquel	----	232	----	232	----	226	----	226	----	230	----	230	----	102	---	102	----	55	----	55
Ferrocalsioman ganesosilicio	----	12	----	12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ferrosiliciocir- conio	----	64	----	64	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ferrocalsioli- cio	----	32	----	32	----	12	----	12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Ferrocromosili- cio	----	16	----	16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Los demás	----	38	----	38	61	346	----	407	28	693	----	721	145	1.011	---	1.156	3	695	165	863
Total	67.357	3.343	2.858	67.842	76.845	3.115	4.493	75.467	81.668	4.420	4.212	81.876	81.436	9.744	181	90.999	98.485	14.182	182	112.849

FUENTE: COMISION COORDINADORA DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

3.1.1. - CONSUMO APARENTE DE AMÉRICA LATINA

Por considerarlo importantísimo para nuestro país, el cuadro No. 4 nos dará una comparación de nuestro consumo nacional aparente con respecto a América Latina.

CUADRO No. 4

2

CONSUMO APARENTE DE FERROALEACIONES: LATINOAMÉRICA
(Toneladas Métricas)

	FERROALEACIONES BASICAS	FERROALEACIONES ESPECIALES	T O T A L
1960	70.044	3.179	73.223
1961	75.587	4.206	79.793
1962	83.493	5.497	88.990
1963	90.019	7.697	97.716
1964	114.500	6.773	121.273
1965	122.306	8.047	130.353
1966	132.598	10.777	143.375
1967	143.468	8.908	152.376
1968	160.383	14.603	174.986
1969	173.624	13.436	187.060
1970	204.691	15.023	219.714
1971	247.379	23.924	271.303

FUENTE: I L A F A .

3.2.- PRODUCCION NACIONAL

Para las ferroaleaciones básicas existen factores -- que inciden en la producción de éstas como el volumen de la demanda y la competencia crecientes que han hecho aumentar rápidamente el tamaño mínimo de una operación económica.

La obligada disponibilidad de personal calificado a -- todos los niveles, la asesoría técnica y de mercados para los clien-- tes, las variaciones tecnológicas, tanto en los procedimientos de -- producción como en las nuevas calidades y tendencias en uso, han o-- bligado a los fabricantes de ferroaleaciones a una continua adapta--- ción para mantenerse en el mercado.

Las características de ferromanganeso destacan la seguridad de la producción y de crecimiento de los tipos standard de alto carbono.

El tonelaje de ferroaleaciones especiales, según observamos en el cuadro es, desde luego, mucho más reducido y diversificado en sus respectivos productos.

La diversificación de productos en México también ha aumentado, registrándose incrementos en el ferrovandio.

3.3.1. - PRODUCCION EN AMERICA LATINA

En América Latina los países productores han sido los siguientes: Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay.

CUADRO No. 5

3

PRODUCCION DE FERROALEACIONES BASICAS EN AMERICA LATINA
 PRODUCCION FISICA TOTAL Y POR TIPOS DE FERROALEACION
 (Toneladas Métricas)

	FeMn	SILICOMANGANESO	FERROSILICIO	TOTAL
1960	32.911	6.092	19.684	58.687
1961	44.922	6.658	19.337	70.917
1962	55.953	10.120	20.421	86.494
1963	61.993	12.122	22.890	97.005
1964	68.323	11.723	26.252	106.298
1965	75.004	16.931	26.119	118.054
1966	80.149	27.310	30.531	128.887
1967	80.912	15.612	37.081	133.605
1968	95.102	15.965	35.696	146.763
1969	101.611	19.741	38.939	160.291
1970	121.394	27.913	42.549	191.856
1971	136.071	32.324	41.608	210.003
1972	151.787	35.444	65.986	244.217
1973	159.333	42.303	71.881	273.517
1974	156.762	60.081	88.610	305.453

FUENTE: I L A F A .

3.2.2. - PRODUCCION MUNDIAL

CUADRO No. 6

PRODUCCION MUNDIAL DE FERROALEACIONES
(Miles de Toneladas)

	1970	1971	1972	1973	
Alemania Occidental	520	444	428	237	(En-Jun)
Canadá	210	213	251	224	(En-Jun)
Estados Unidos	2,416	2,162	2,396	- -	
Francia	825	795	805	260	(En-Mar)
India	203	193	191	- -	
Italia	193	187	200	- -	
Japón	1,665	1,890	1,743	859	(En-Jun)
Noruega	580	656	- -	- -	
Reino Unido	166	154	151	57	(En-Mar)
Rusia	1,022	883	- -	- -	
Sudáfrica	399	446	- -	- -	
Suecia	190	187	190	- -	
Yugoslavia	102	116	131	77	(En-Jun)

FUENTE: Metal Bulletin Handbook.

3.3. - IMPORTACIONES

Las importaciones que aparecen en el cuadro No. 3 relativas a ferromanganeso, ferrosilicio, ferrocromo, ferromolibdeno y ferrovandio se permiten, debido a que el contenido de elementos aleantes es diferente a las que se fabrican en el país, de acuerdo a lo siguiente:

- a. - Ferromanganeso: Se importa medio y bajo carbón.
- b. - Ferrosilicio: Corresponde a silicio con magnesio.
- c. - Ferrocromo: Se importa bajo y medio carbón.
- d. - Los demás: Incluye importaciones de silicomanganeso, conteniendo cerio, magnesio y con una granulometría que no se fabrica en el país.

Las importaciones se realizan bajo las siguientes -

Fracciones Arancelarias:

5

FRACCION	NOMENCLATURA
73.02.A.001	Ferromanganeso
73.02.A.002	Ferrosilicio
73.02.A.003	Ferrocromo
73.02.A.004	Ferromolibdeno
73.02.A.005	Ferrovanadio
73.02.A.006	Ferrocolumbio
73.02.A.007	Ferrotitanio
73.02.A.008	Ferroníquel
73.02.A.009	Ferrocalsiomanganesosilicio
73.02.A.010	Ferrosiliciocirconio
73.02.A.011	Ferrocalsiosilicio
73.02.A.012	Ferrocromosilicio
73.02.A.999	Los demás.

3.3.1.- IMPORTACION TOTAL DE FERROALEACIONES EN AMERICA LATINA

CUADRO No. 7

IMPORTACION TOTAL DE FERROALEACIONES EN AMERICA LATINA (Toneladas Métricas)

	Argentina	Bolivia	Brasil	Centroamérica	Colombia	Chile
1960	500	300	1.160	33	3.668	174
1961	800	300	1.427	47	2.139	741
1962	1.176	350	1.427	41	1.884	68
1963	357	630	1.563	52	3.692	266
1964	1.458	345	803	43	3.502	367
1965	4.966	221	577	18	2.652	383
1966	2.580	106	2.571	35	3.375	308
1967	2.346	717	1.979	145	2.671	1.820
1968	2.808	n.d.	2.458	101	5.641	301
1969	3.258	n.d.	3.481	87	3.636	709
1970	3.158	n.d.	4.983	203	3.747	1.735
1971	3.484	n.d.	22.795	284	6.299	801
1972	7.300	n.d.	9.217	n.d.	3.686	n.d.
	TOTAL					
	Ecuador	MEXICO	Perú	Uruguay	Venezuela	América Latina
1960	4	2.048	435	225	279	8.826
1961	4	1.694	1.060	28	616	8.856
1962	2	1.534	377	35	4.624	11.518
1963	2	1.983	436	29	2.005	11.015
1964	103	2.924	1.269	27	4.023	14.864
1965	--	1.556	1.587	44	9.043	21.047
1966	14	1.311	1.834	160	5.944	18.238
1967	8	3.224	1.782	248	3.583	18.523
1968	3	1.917	1.423	207	8.382	23.241
1969	17	2.412	935	310	7.566	23.140
1970	n.d.	3.993	978	286	10.300	30.117
1971	n.d.	3.343	1.201	n.d.	16.670	55.897
1972	n.d.	3.115	n.d.	188	7.727	36.866

n. d. Datos no disponibles.

FUENTE: I.L.A.F.A.

3.4. - EXPORTACIONES

Según se observa en el cuadro No. 3 las exportaciones han sido a pequeña escala, pues primordialmente se ha producido abastecer el mercado interno.

3.4.1. - EXPORTACIONES DE AMERICA LATINA

Unicamente Brasil, Chile y México han sido exportadores en el período considerado.

CUADRO No. 8 7

SUMA DE EXPORTACIONES POR PAISES DE FERROALEACIONES
(Toneladas Métricas)

	BASICAS	ESPECIALES	TOTAL
1960	4.226	- - -	4.226
1961	7.302	- - -	7.302
1962	21.634	- - -	21.634
1963	15.262	43	15.305
1964	5.707	1.516	7.223
1965	13.154	2.128	15.282
1966	9.961	1.861	11.822
1967	3.377	3.688	7.065
1968	1.725	3.135	4.860
1969	2.932	5.493	8.425
1970	6.970	14.246	21.216
1971	10.637	15.617	26.254
1972	29.893	21.578	49.898

FUENTE: I.L.A.F.A.

3.5.- EVOLUCION Y TENDENCIAS.

En base a las estadísticas de los años 1970 a 1974 se se gún el cuadro No. 3, se calcula la proyección a 1985 teniendo en consideración los factores de consumo que en el cuadro No. 9 se detallan.

CUADRO No. 9

PROYECCION DE LA DEMANDA DE FERRÓALEACIONES
1976 - 1985
(Toneladas)

AÑO	Demanda de acero MTM	Fe Mn	Si Mn	Fe Si (75)	Fe Si (50)	Fe Cr	Total
1976	6.591	75.875	16.550	11.323	9.900	2.636	116.284
1977	7.122	81.988	17.883	12.235	10.697	2.849	125.652
1978	7.940	91.405	19.937	13.640	11.926	3.176	140.084
1979	8.788	101.167	22.066	15.097	13.199	3.515	155.044
1980	9.779	112.575	24.555	16.800	14.688	3.912	172.530
1981	10.680	122.948	26.817	18.348	16.041	4.272	188.426
1982	11.675	134.402	29.316	20.057	17.536	4.670	205.981
1983	12.568	144.682	31.558	21.591	18.877	5.027	221.735
1984	13.629	156.897	34.222	23.414	20.470	5.451	240.454
1985	15.078	173.578	37.860	25.904	22.647	6.031	266.020

FACTORES DE CONSUMO

Fe Mn	11.512	Kg/Ton. de Acero		
Si Mn	2.511	"	"	"
Fe Si (75)	1.718	"	"	"
Fe Si (50)	1.502	"	"	"
Fe Cr	0.400	"	"	"

FUENTE: Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica.

3.5.1. PROYECCION PARA AMERICA LATINA

CUADRO No. 10 9

PROYECCION DEL CONSUMO DE FERROALEACIONES EN AMERICA LATINA

	Producción de Acero (Toneladas Métricas)	Consumo de Ferroaleaciones (Toneladas Métricas)		
		Básicas	Especiales	T o t a l
1970	13.000.000	188.500	15.600	204.100
1975	21.905.000	325.660	26.915	352.600
1980	36.910.000	562.610	46.561	609.200
1985	62.193.000	972.200	80.422	1.052.600
1990	104.800.000	1.679.400	138.940	1.818.300
1995	172.580.000	2.901.100	240.030	3.141.100
2000	297.540.000	5.012.000	414.690	5.426.700

FUENTE: I L A F A

IV. PRECIOS

4.1.- MINERAL DE MANGANESO

El mineral de manganeso se transa habitualmente - mediante contratos anuales. Se clasifica en cinco tipos principales

i)	Grado Batería o Grado Químico	+ 80 % MnO ₂
ii)	Grado Metalúrgico	48 % Mn mínimo
iii)	Mineral de manganeso	35 % Mn mínimo
iv)	Mineral de manganeso ferruginoso	10 a 35 % Mn
v)	Mineral manganésífero	5 a 10 % Mn

Los contratos establecen generalmente una ley base, un contenido mínimo bajo el cual el comprador puede rechazar la partida y una tabla de premios y castigos que se aplica tanto al manganeso como a los diversos elementos que se desean limitar. -- El precio que se cotiza es la "unidad de manganeso" por tonelada.

Para obtener el precio de la tonelada, sin considerar la tabla de premios y castigos, hay que multiplicar la ley del mineral embarcado por el precio de la "unidad de manganeso".

La mayoría de los contratos importantes se cierran L. A.B. puesto en planta.

Los precios del mineral de manganeso referidos a moneda constante siguieron una baja de 1958 a 1970; pero a partir de esa fecha se observa una recuperación bastante marcada. (Fig. No. 1)

4.2.- FERROALEACIONES.

4.2.1.- FERROMANGANESO.

Además de los factores que presionan directamente -- sobre el precio del mineral, otros afectan el precio de las ferroaleaciones; entre ellos caben mencionar las regulaciones sobre la contaminación del medio ambiente, la crisis energética mundial, el costo de -- la mano de obra y las políticas nacionalistas que están surgiendo en al-

gunos países que disponen de mineral y desean aumentar el valor -- agregado de sus exportaciones. Los productores norteamericanos -- de ferroaleaciones están advirtiendo que los índices de precios de -- las ferroaleaciones han permanecido por debajo de los de acero y de índices de precios al por mayor en U. S. A., situación que no podrá mantenerse. (Figs. 2, 3, 4, 5 y 6)

Esta advertencia ha resultado al parecer premonito-- ria, ya que el ferromanganeso estándar, que se cotizaba a fines de 1972 en E.U.A. a U.S.\$178-180 la tonelada larga, se está vendiendo en marzo de 1974 entre \$258 y 285. Los precios en Europa son, para Francia entre 1255 y U.S. 1335 francos; para Italia 198,000 liras.

4.2.2.- SILICOMANGANESO, MANGANESO METALICO Y FERRO-- MANGANESO REFINADO.

En general, los precios de estos productos se están afirmando, siguiendo la línea de demanda del ferromanganeso estándar. Es poco probable que la industria de las aleaciones de manganeso mantenga en los años próximos una oferta excedentaria como en el pasado.

4.2.3. - FERROSILICIO.

En cuanto al volumen del mercado, no se sabe si va a predominar en definitiva el ferrosilicio de 75% o el tipo 45%. El precio por unidad de silicio resulta ligeramente más caro el tipo 75, pero al requerir un menor volumen de un transporte que presenta algunos inconvenientes (formación de finos, generación de gas acetileno), compensa en parte el mayor costo.

Del ferrosilicio se ha dicho, más que de ninguna otra ferroaleación, que es energía envasada, de manera que la crisis energética mundial continuará afectando su comercio y es posible se empiecen a firmar contratos de larga duración (5 a 10 años) para asegurarse condiciones estables de aprovisionamiento. En 1973 los precios estuvieron en alza y es difícil de prever que vuelvan a sus niveles anteriores.

La industria del ferrosilicio es posiblemente la más afectada entre las ferroaleaciones por las regulaciones sobre conta--

minación atmosférica, de modo que este factor, sumado a las consideraciones sobre disponibilidad de energía barata, puede demorar - el crecimiento de la capacidad instalada y provocar una escasez mundial en los momentos de alta coyuntura en la producción de acero.

4.2.4. - FERROCRÓMICO

En los precios del ferrocromo ha habido una clara - influencia de los cambios tecnológicos. Al surgir los métodos de -- conversión mediante argón-oxígeno (AOD, VOD, Witten, etc.) se incrementó fuertemente el uso de las calidades de ferrocromo de alto - carbono, con lo que sus precios se afirmaron, tanto en forma absoluta como en relación con las calidades de bajo carbono. (Fig. No. 7)

4.2.5. - OTRAS FERROALEACIONES ESPECIALES

Los factores que inciden sobre las demás ferroaleaciones especiales son mucho más complejos ya que continuamente se están buscando combinaciones tecnológico-económicas, tanto de lar- go alcance como coyunturales, que permitan reemplazar los materiau

les más caros y escasos por otros más asequibles y baratos. La única resultante fácil de prever es el aumento del volumen total de ferroaleaciones especiales y una más clara especialización tecnológica y geográfica.

4.3. - PRECIO AL CONSUMIDOR EN MEXICO DEL ARTICULO IMPORTADO.

Los precios varían de acuerdo a los volúmenes solicitados, sin embargo, un cálculo aproximado de éstos en México al consumidor sería el siguiente:

CUADRO No. 11
 PRECIO DE IMPORTACION
 Pesos/Ton

	FeMn	SiMn	FeSi 75%	FeSi 45%	FeCr
Precio Aproximado L.A.B. E.U:A.	6.765.00	8.133.38	9.993.75	6.533.76	37.420.00
Impuestos, fletes, seguro, etc.	1.691.25	2.033.35	2.498.13	1.634.21	12.460.00
TOTAL Puesto en Planta México	8.456.25	10.166.73	12.491.88	8.167.97	49.880.00

4.4. - AL PÚBLICO EN EL PAÍS DE ORIGEN

Se pueden considerar los precios L.A.B. planta E. U.A. indicados en el cuadro No. 11, como los precios aproximados al público en el país de origen.

4.5. - DEL PRODUCTO FABRICADO EN MEXICO AL DISTRIBUIDOR Y AL CONSUMIDOR

Los precios que aparecen a continuación están registrados en la Secretaría de Industria y Comercio de acuerdo a la tabla siguiente:

CUADRO No. 12

PRECIOS NACIONALES

	Pesos/Ton.
Ferromanganeso	8.197
Silicomanganeso	8.988
Ferrosilicio 75%	12.531
Ferrocromo (importación)	49.800
Ferrosilicio 45%	8.124
Ferrosilicio 75% molido	14.555
Briquetas de Ferrosilicio	8.124

Figura 1

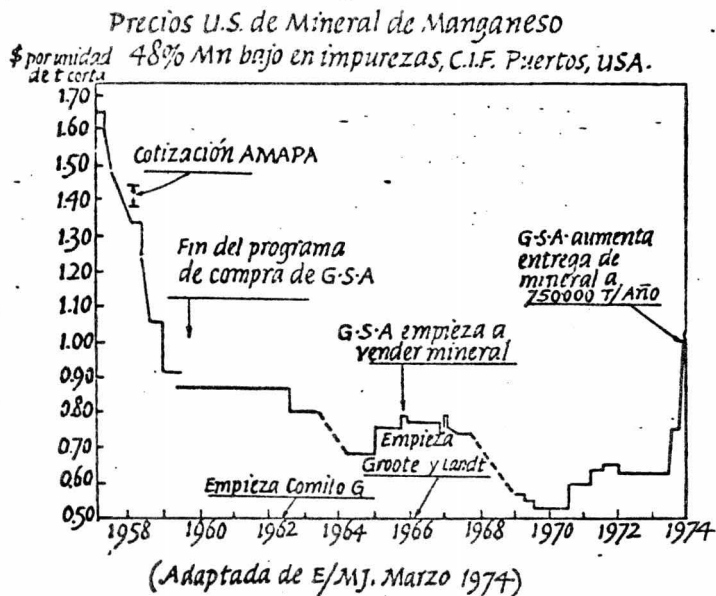


Figura 2

Indice de precios

Precios publicados al termino de 1967 = 100

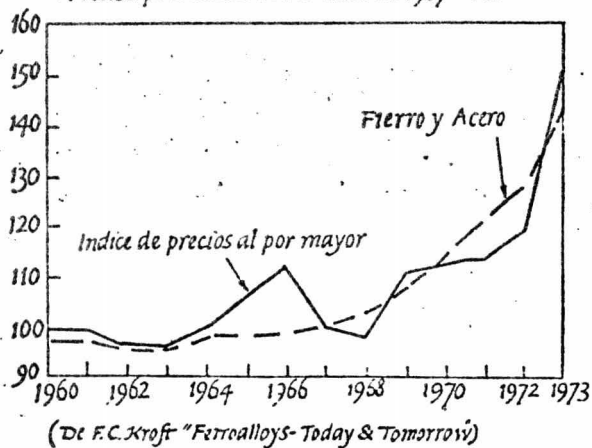


Figura 3

Indice de precios

Precios publicados al término de 1967=100

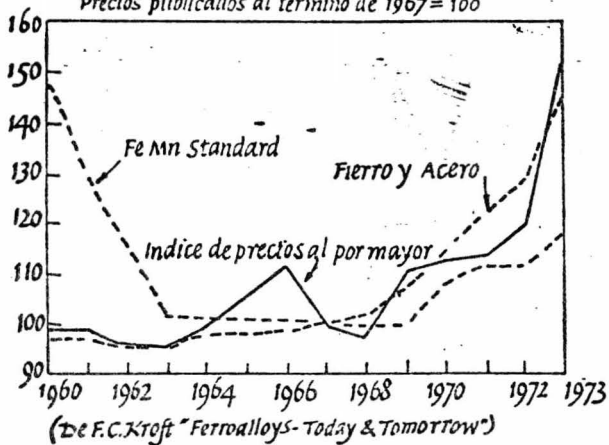


Figura 4

Indice de precios

Precios publicados al término de 1967=100

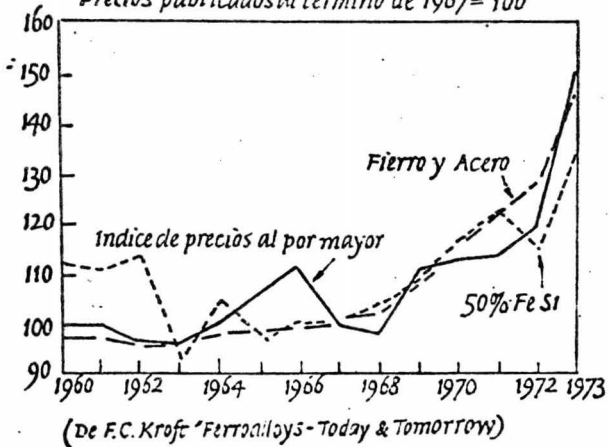


Figura 5

Indice de precios

Precios publicados al término de 1967 = 100

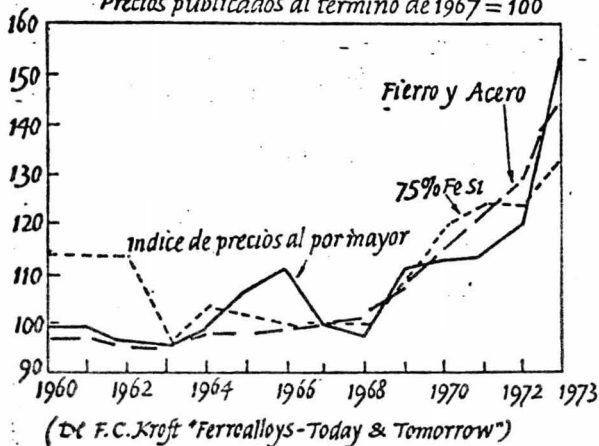


Figura 6

Indice de precios

Precios publicados al término de 1967 = 100

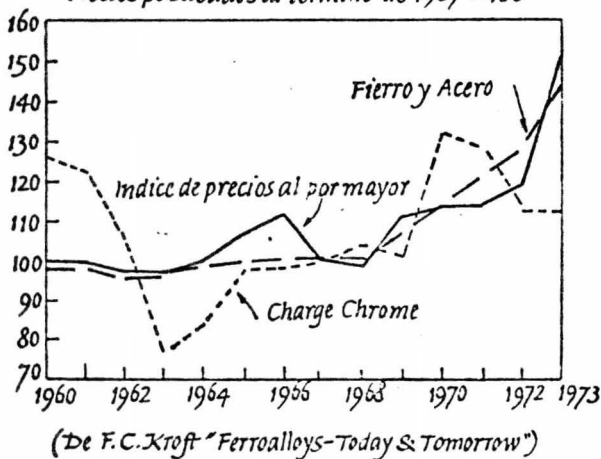
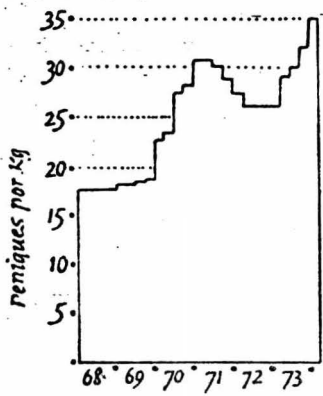
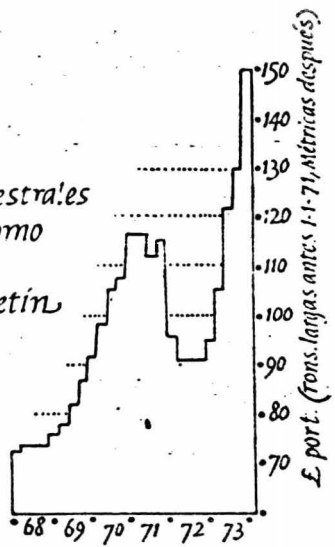


Figura 7



FeCr 0-06% C, 68-70% Cr

Precios Trimestrales del Ferrocromo según Metal Bulletin



FeCr 4-6% C, Base 60% Cr.

V. PRINCIPALES EMPRESAS PRODUCTORAS

5.1.- EMPRESAS NACIONALES.

Existen tres empresas productoras de ferroaleaciones en el país: Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V., Ferroaleaciones de México, S. A. y Ferralver, S. A., con una capacidad en conjunto de 117.420 toneladas anuales en términos de ferromanganeso*.

- * Hablando en términos de ferromanganeso, significa que la capacidad de producción de las demás ferroaleaciones es transformando a ferromanganeso, puesto que es la producción más importante. - Los tiempos de operación de los hornos varían con el tipo de ferroaleaciones necesitando el menor tiempo de producción el ferromanganeso, al fabricar otras ferroaleaciones baja su capacidad.

5.1.1. COMPAÑIA MINERA AUTLAN, S.A. DE C.V.

Es la empresa productora de manganeso más importante de México. Sus actividades comprenden la exploración de yacimientos de minerales y especialmente la explotación y concentración de minerales de manganeso, los cuales semirreducen y aglomera en forma de nódulos que se destinan tanto al abastecimiento de la industria de ferroaleaciones mexicanas, como a la exportación para su utilización en la elaboración de ferromanganeso y silicomanganeso.

Se constituyó en la más importante productora de ferroaleaciones a raíz de la fusión en 1974 de Ferroaleaciones Teziutlán, ubicadas en el municipio de Teziutlán en el Estado de Puebla. En ellas se tienen instalados ocho hornos eléctricos con una potencia de 41,000 KVA, distribuidos de la siguiente manera:

Planta Aire Libre	4 Hornos de	12,100 KVA en total
Planta Teziutlán	4 Hornos de	<u>29,400</u> KVA en total
	TOTAL:	41,500 KVA

En las plantas Teziutlán se produce actualmente ferromanganeso de alto carbono, silicomanganeso (15 a 20% de Si), Ferrosilicio 75%, ferrosilicio 45% y ferrocromo alto carbono. Los primeros siete hornos mencionados fueron diseñados por la propia empresa; el último es un horno Demag que inició su operación en 1967 y -- está dedicado exclusivamente a la producción de ferrosilicio (45 y --- 75%). Estos hornos, aun cuando son relativamente pequeños, ofrecen ventajas, principalmente porque se pueden cambiar de un producto a otro con relativa rapidez.

5.1.2. - FERROALEACIONES DE MEXICO, S: A.

Es la segunda empresa fabricante de ferroaleaciones en México, en orden de importancia.

Esta empresa fabrica los siguientes productos: ferromanganeso, ferrosiliciomagnesio, silicomanganeso, ferromolibdeno, ferrovanadio, trióxido de molibdeno.

Cuenta con dos hornos con una potencia de 15,000 -- KVA y sus instalaciones se encuentran en Gómez Palacio, Dgo.

5.1.3. - FERRALVEK, S. A.

Es la tercera empresa en orden de importancia en - nuestro país. Fabricante de Ferroligas, ferromanganeso, ferrosilicio 75 y 50% y ferrosiliciomanganeso.

Cuenta con un horno con una capacidad (potencial) - de 10,000 KVA y sus instalaciones se encuentran en Veracruz, Ver.

5.2. - CAPACIDAD ACTUAL*

	Tons.
COMPAÑIA MINERA AUTLAN, S.A. DE C.V.	71.000
FERRKOALEACIONES DE MEXICO, S. A.	27.600
FERRALVEK, S. A.	<u>18.820</u>
TOTAL:	117.420

5.3. - CAPACIDAD PROYECTADA *

	Tons.
COMPAÑIA MINEKA AUTLAN, S.A. DE C.V.	171.000
FERRROALEACIONES DE MEXICO, S. A.	39.428
FERRALVER, S. A.	<u>23.525</u>
TOTAL:	233.953

Este aumento de capacidad se logrará en la instalación de dos nuevos hornos para la Cía. Minera Autlán, S.A. de C.V. con una capacidad anual de 50,000 toneladas cada uno y modificaciones a los hornos de FERRKOMEX y FERRALVER, 30% y 20% respectivamente.

* Capacidad calculada en términos de Fe-Mn.

5.4.- EMPRESAS EN AMERICA LATINA

CUADRO No. 13

	No. de Empresas	No. de Hornos	Potencia KVA
Argentina	5	23	71.600
Brasil	18	47	240.700
Chile	2	4	12.600
México	3	11	66.000
Perú	1	2	2.500
Uruguay	1	2	4.500
Venezuela	1	4	26.700
Total América Latina	31	93	424.600

VI. NORMAS DE CALIDAD
Y
ANALISIS TIPICOS

6.1.- DEFINICION

Norma: Es una regla que determina las dimensiones, composición y demás características que ha de tener un objeto o producto industrial.

La industria moderna se atiene cada vez más no solamente a las normas legales impuestas por los poderes públicos, sino también a las que resultan de acuerdos interprofesionales o a las que han sido estudiadas y adoptadas por instituciones u organismos especializados en la materia.

Las normas responden a múltiples necesidades: facilitar el intercambio de las piezas y permitir el empleo de repuestos de otras partes; garantizar la uniformidad de un producto industrial, de una remesa a otra, aunque provenga de diferentes orígenes; pro-

teger a las personas que usan o consumen los productos; uniformar la presentación de los productos, etc.

Cada país tiene su sistema de normas oficiales, pero en el presente estudio únicamente se hará referencia de los siguientes:

DGN de México

COPANT de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

ASTM de Estados Unidos

JIS de Japón

DIN de Alemania

Por lo que respecta a las normas nacionales cada una de ellas debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a. - Generalidades y definiciones.
- b. - Clasificación y especificaciones físicas y químicas.
- c. - Métodos de prueba.
- d. - Apéndice.

6.2.- NORMAS NACIONALES.

Las normas nacionales que se utilizan en la fabricación de ferroaleaciones y que están registradas en la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio son las siguientes:

B- 40-1968	Ferromanganeso
B- 48-1968	Ferrosilicio
B- 92-1974	Trióxido de molibdeno
B-220-1966	Ferrocromo
B-221-1966	Ferroboro
B-222-1966	Ferrotitanio
B-223-1966	Ferrocromosilicio
B-224-1966	Ferrovandio
B-225-1966	Ferrotungsteno
B-226-1966	Speigeleisen (hierro especular)
B-227-1968	Silicomanganeso
B-228-1966	Ferromolibdeno

- B-233-1966 Ferroníquel
- B-234-1966 Calciosilicio y calciosiliciomanganeso
- B-235-1966 Ferrofósforo
- B-236-1966 Ferrocolumbio.

6. 3.- COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT).

- K-217-1970 Ferroaleaciones y otras adiciones metálicas-métodos de muestreo y preparación de muestras.
- R-218-1970 Ferromanganeso
- R-219-1970 Ferrosilicio
- R-220-1970 Silicomanganeso
- K-221-1970 Ferrocromo
- R-222-1970 Spiegeleisen
- K-223-1970 Ferromolibdeno
- R-224-1970 Silicalcio y silicalciomanganeso
- K-225-1970 Ferrofósforo
- R-226-1970 Ferroníquel
- R-227-1970 Ferroaleaciones y otras adiciones metálicas-codificación.

6.4. - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM).

A- 98-64-1970	Spiegeleisen
A- 99-66-1971	Ferromanganeso
A-100-69	Ferrosilicio
A-101-73	Ferrocromo
A-102-73	Ferrovandio
A-132-64-1970	Ferromolibdeno
A-144-73	Ferrotungsteno
A-146-64-1970	Productos de óxido de molibdeno
A-323-65-1971	Ferroboro
A-324-73	Cromo metálico
A-482-66-1971	Ferrocromosilicio
A-483-64-1972	Silicomanganeso
A-495-64-1970	Calciosilicio y calciosiliciomanganeso
A-550-65-1972	Ferrocolumbio
A-501-69	Manganeso electrolítico metálico.

6.5. - JAPAN INDUSTRIAL STANDARDS (JIS).

- G-2301 Ferromanganeso.
- G-2302 Ferrosilicio
- G-2303 Ferrocromo
- G-2304 Silicomanganeso
- G-2305 Spiegeleisen
- G-2306 Ferrotungsteno
- G-2307 Ferromolibdeno
- G-2308 Ferrovanadio
- G-2309 Ferrotitanio
- G-2310 Ferrofósforo
- G-2311 Manganeso metálico
- G-2312 Silicio metálico
- G-2313 Cromo metálico
- G-2314 Calcio Silicio
- G-2315 Silicocromo
- G-2316 Ferroníquel
- G-2317 Ferrocromo de alto nitrógeno
- G-2318 Ferroboro
- G-2319 Ferrocolumbio (ferroniobio)

6.6.- DEUTSCHE INDUSTRIE NORMEN (DIN).

- 17560 Ferrosilicio y silicio
- 17561 Ferromolibdeno
- 17562 Ferrotungsteno (ferrowolframio)
- 17563 Ferrovanadio
- 17564 Ferromanganeso y manganeso
- 17565 Ferrocromo, ferrocromosilicio, silicocromo y cromo
- 17566 Ferrotitanio

6.7.- ANALISIS TIPICOS:

Básicamente se darán los análisis típicos de las principales ferroaleaciones observando lo siguiente:

a.- El ferromanganeso (cuadro No. 14), se clasifica en los grados de calidad siguientes:

- i.- Ferromanganeso normal
 - FeMn N/77
 - FeMn N/80
 - FeMn N/75

i. - FeTi/42

ii. - FeTi/24

iii. - FeTi/17

iv. - FeTi/20

v. - FeTi/19

vi. - FeTi/18

e. - El spiegeleisen (cuadro No. 18) se clasifica --
de la manera siguiente:

i. - FeMn SP/18

ii. - FeMn SP/20

iii. - FeMn SP/22

CUADRO No. 14
COMPOSICION QUIMICA

				Ferromanganeso	Medio Carbono	Ferromanganeso	Bajo Carbono
	FeMn N/80	FeMn N/77	FeMn N/75	FeMn M/83	FeMn M/83-A	FeMn B/88	FeMn B/83
Mn %	78.0/82.0	76.0/78.0	74.0/76.0	80.0/85.0	80.0/85.0	85.0/90.0	80.0/85.0
C máx. %	7.5	7.5	7.5	1.5	1.5	Como se especi- fique	0.75
Si máx. %	1.2	1.2	1.2	1.0	1.5	2.0	5.0/7.0
P máx. %	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30	0.20	0.30
S máx. %	0.050	0.050	0.050	0.020	0.020	0.020	0.020

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE NORMAS. S. I. C.

CUADRO No. 15

COMPOSICION QUIMICA

	FeSi/94	FeSi/86	FeSi/77	FeSi/68	FeSi/49	FeSi/22
Silicio, %	92.0 a 95.0	83.0 a 88.0	74.0 a 79.0	65.0 a 70.0	47.0 a 51.0	20.0 a 24.0
Carbono, máx. %	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10	0.50
Azufre, máx. %	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Fósforo, máx. %	0.025	0.030	0.035	0.035	0.040	0.10
Aluminio, máx. %	2.00	1.75	1.50	1.25	1.25	1.00
Manganeso, máx. %	0.25	0.35	0.40	0.50	0.75	1.00

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE NORMAS. S. I. C.

CUADRO No. 16

COMPOSICION QUIMICA

%

Clase de Ferrrocromo	TIPO	CROMO	CARBONO	SILICIO	AZUFRE	FOSFORO	Nitrógeno
Alto Carbono	AC- 1	51.0 a 58.0	6.0 a 8.0	6.0 máx.	0.040 máx.	0.030 máx.	
	AC- 2	58.0 a 65.0	4.0 a 6.0	4.0 máx.	0.040 máx.	0.030 máx.	
	AC- 3	55.0 a 62.0	4.0 a 6.0	8.0 a 12.0	0.040 máx.	0.030 máx.	
	AC- 4	58.0 a 68.0	3.0 a 5.0	1.5 máx.	0.040 máx.	0.030 máx.	
	AC- 5	65.0 a 72.0	4.0 a 6.0	2.0 máx.	0.070 máx.	0.030 máx.	
	AC- 6	65.0 a 72.0	6.0 a 9.0	3.0 máx.	0.050 máx.	0.030 máx.	
Bajo Carbono	BC- 1	60.0 máx.	0.025 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 2	60.0 máx.	0.025 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 3	60.0 máx.	0.050 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 4	60.0 máx.	0.050 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 5	60.0 máx.	0.75 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 6	60.0 máx.	2.00 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 7	60.0 a 67.0	0.025 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 8	60.0 a 67.0	0.025 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC- 9	60.0 a 67.0	0.050 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-10	60.0 a 67.0	0.050 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-11	60.0 a 67.0	0.75 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-12	60.0 a 67.0	2.00 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-13	67.0 a 75.0	0.025 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-14	67.0 a 75.0	0.025 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-15	67.0 a 75.0	0.050 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-16	67.0 a 75.0	0.050 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-17	67.0 a 75.0	0.75 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	
	BC-18	67.0 a 75.0	2.00 máx.	1.0 a 5.0	0.025 máx.	0.030 máx.	

CUADRO No. 16

CONTINUACION

Clase de Ferrrocromo	TIPO	CROMO	CARBONO	SILICIO	AZUFRE	FOSFORO	NITROGENO
Contenido de Nitrógeno	CN- 1	62.0 a 70.0	0.10 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	0.50 a 1.0
	CN- 2	62.0 a 70.0	0.10 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	1.0 a 1.5
	CN- 3	62.0 a 70.0	0.10 máx.	1.0 máx.	0.025 máx.	0.030 máx.	1.5 a 2.0
BAJO CARBONO NO AL VACÍO	BCv-1	63.0 a 68.0	0.025	3.0 a 7.0	0.030 máx.	0.030 máx.	
	BCv-2	63.0 a 68.0	0.010	3.0 a 7.0	0.030 máx.	0.030 máx.	
	BCv-3	67.0 a 72.0	0.025	2.0 máx.	0.030 máx.	0.030 máx.	
	BCv-4	67.0 a 72.0	0.010	2.0 máx.	0.030 máx.	0.030 máx.	
	BCv-5	61.0 a 66.0	0.050	3.0 a 7.0	0.030 máx.	0.030 máx.	1.5 a 2.5
	BCv-6	53.0 a 64.0	0.050	3.0 a 7.0	0.030 máx.	0.030 máx.	5.0 a 6.0
	BCv-7	65.0 a 70.0	0.050	2.0 máx.	0.030 máx.	0.030 máx.	1.5 a 2.5.
	BCv-8	63.0 a 68.0	0.050	2.0 máx.	0.030 máx.	0.030 máx.	5.0 a 6.0

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE NORMAS. S. I. C.

CUADRO No. 17

COMPOSICION QUIMICA

	FeTi/42	FeTi/24	FeTi/17	FeTi/20	FeTi/19	FeTi/28
Titanio %	38.0 a 45.0	20.0 a 27.0	15.0 a 18.0	15.0 a 25.0	17.0 a 20.0	25.0 a 31.0
Carbono %	0.10 máx.	0.10 máx.	6.0 a 8.0	0.50 máx.	3.0 a 5.0	0.10 máx.
Silicio %	5.0 máx.	5.0 máx.	3.0 máx.	15.0 a 25.0	3.0 máx.	20.0 a 25.0
Aluminio máx. %	9.0	6.0	2.5	1.0	4.0	1.5

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE NORMAS. S. I. C.

CUADRO No. 18

	FeMn SP/18	FeMn SP/20	FeMn SP/22
Manganeso, %	16.0 a 19.0	19.0 a 21.0	21.0 a 23.0
Carbono, máx. %	6.5	6.5	6.5
Fósforo, máx. %	0.080	0.080	0.080
Azufre, máx. %	0.050	0.050	0.050
Silicio %	1.0 a 3.0	1.0 a 3.0	1.0 a 3.0

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE NORMAS. S. I. C.

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. - La producción de ferroaleaciones en México puede considerarse en general, suficiente para satisfacer la demanda interna por parte de las industrias consumidoras. Sin embargo, en algunas ocasiones se han presentado inesperados aumentos en la demanda que han sobrepasado la capacidad de producción de ferroaleaciones.

El programa de la producción de ferroaleaciones en México debe considerarse con perspectivas bastante favorables si se toma en cuenta el fortalecimiento que tendrá esta industria con la instalación de la nueva planta que Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V. está construyendo en Tamós, Ver. y la ampliación en las plantas de Ferroaleaciones de México, S. A. y Ferralver, S. A., según se puede concluir después de analizar la capacidad proyectada.

2. - La importación de ferroaleaciones se reduce casi exclusivamente a ferroaleaciones que no se producen en México y no tienen perspectivas de producirse debido al alto costo de las materias -

primas que en algunos casos sobrepasaría en un porcentaje elevadísimo al precio que se da en el mercado internacional de ferroaleaciones.

3.- Las ferroaleaciones, en términos generales, conservan un lugar bastante estable y seguro en lo referente a sus aplicaciones clásicas, imposible de ser sustituidas.

4.- En lo referente al consumo se da como un hecho que la principal industria consumidora es la Industria Siderúrgica, correspondiendo un bajo porcentaje a la metalurgia no ferrosa.

5.- El actual consumo de ferroaleaciones sigue su ritmo ascendente y se necesita que las empresas productoras de éstas aceleren el inicio de operaciones a fin de abastecer el mercado nacional. Durante el intervalo de tiempo considerado, el precio de ferroaleaciones ha mostrado una tendencia por parte de la Unidad Costos-Precios de la Dirección General de Precios para establecer el nuevo precio de ferroaleaciones.

6. - Las especificaciones de calidad para las ferroaleaciones están dictada por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio, organismo que en la fijación de las especificaciones toma en consideración el método de elaboración y la aplicación a que ha sido destinada cada una de las ferroaleaciones.

7. - En lo referente a aspectos tecnológicos para la producción de ferroaleaciones, actualmente se encuentran dentro de un marco que se puede considerar como ya establecido y poco susceptible de ser desplazado pues la mayor parte de ferroaleaciones se fabrican en hornos eléctricos de reducción, de cuba fija o giratoria, -- generalmente trifásicos, y con electrodos del tipo Soderberg. Sin embargo para ferroaleaciones especiales los hornos eléctricos son variados para adaptarse a tecnologías bastante sofisticadas incluyendo casi siempre operaciones de reducción metalotérmica.

8.- Después de haber analizado la industria nacional de ferroaleaciones podemos confirmar que las ferroaleaciones son insustituibles en la fabricación del acero y deben desarrollarse paralelamente a la producción de éste y así puedan cristalizar los objetivos que nos hemos trazado, para que México sea autosuficiente en la producción de ferroaleaciones.

9.- No se puede terminar un trabajo sin mencionar lo más importante para el desarrollo industrial del país que son los recursos humanos, factor esencial en el progreso tecnológico, social, económico y político y pilar en el que se cifran las esperanzas de la industria de las ferroaleaciones ya que son cerca de 3,000 empleados entre obreros, técnicos y personal administrativo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- FERROALEACIONES: TECNOLOGIA Y DISPONIBILIDAD
ILAFA
1975
- 2.- FERROALEACIONES Y SU MERCADO EN AMERICA LATINA
ILAFA
1975
- 3.- DICCIONARIO "PEQUEÑO LAROUSSE DE CIENCIAS TECNICAS"
Tomás de Galeana Mingot
1975
Ed. Larousse.
- 4.- ESTUDIO GENERAL SOBRE LA INDUSTRIA SIDERURGICA NACIONAL Y RAMAS AFINES
IEPES
PKI
- 5.- ANUARIOS DE COMERCIO EXTERIOR
Dirección General de Estadística
S.I.C.
- 6.- METAL BULLETIN HANDBOOK
Mc. Graw Hill Co.
1975
- 7.- ACERO
No. 4 Enero-Febrero de 1976
Publicación bimestral del Instituto Mexicano del Hierro y del Acero.
- 8.- DIRECTORIO DE SOCIOS
1975
Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.

- 9.- MINERIA
Vol. II No. 2 Marzo-abril de 1975
Vol. II No. 4 Julio-Agosto de 1975
Publicación bimestral de la Cámara Minera de México.
- 10.- COMISION DE FOMENTO MINERO
Plantas de Beneficio en la República Mexicana
México 1971.
- 11.- HIERRO Y ACEÑO
Enero 1972
Publicación mensual al Servicio de la Industria Siderúrgica --
Mexicana.
- 12.- DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIAS
Secretaría de Industria y Comercio
Trabajos diversos sobre la Industria Siderúrgica Mexicana.
- 13.- PANORAMA DE LA INDUSTRIA DEL ACEÑO EN MEXICO.
Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
1974.
- 14.- LA INDUSTRIA SIDERURGICA MEXICANA
XXV Asamblea 1975
Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.
- 15.- CAMARA MINERA DE MEXICO
Asamblea General
1975
- 16.- BOLETIN DE ESTADISTICAS INDUSTRIALES
Publicación mensual.
Dirección General de Estadística
Secretaría de Industria y Comercio.