

Naciones Unidas  
Comisión Económica  
para América Latina

Banco Interamericano  
de Desarrollo

---

Programa BID/CEPAL  
sobre Investigación en  
Temas de Ciencia y Tecnología  
Monografía de Trabajo N° 5

ESTUDIO SOBRE TECNOLOGIA  
EN LA SIDERURGIA LATINOAMERICANA

Instituto Chileno del Acero para el  
Programa Regional de Investigación  
En Ciencia y Tecnología BID-CEPAL

761203

Distr.  
RESTRINGIDA  
BID/CEPAL/BA/14  
30 diciembre 1976  
ORIGINAL: ESPAÑOL

Oficina de la CEPAL en Buenos Aires  
Cerrito 264 - 5° Piso  
1010 - Buenos Aires - Argentina

## I N D I C E

	Pág.
PREFACIO	1
CONCLUSIONES	5
I. ANTECEDENTES	7
II. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACION DEL ACERO Y DE SUS TECNOLOGIAS	16
1. Breve descripción de los procesos de fabricación del acero.	18
2. Nómina de tecnologías siderúrgicas y fechas de uso en escala industrial.	29
III. LA TECNOLOGIA SIDERURGICA EN AMERICA LATINA	61
A. Producción de fierro primario	71
B. Aceración	79
C. Transformación a semiterminados	85
ANEXO N°1. INFORMACION ESTADISTICA	95 a 99
ANEXO N°2. MONOGRAFIAS DE EMPRESAS INTEGRADAS	101 a 236



## PREFACIO

Desde su inicio, en abril de 1975, el Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de Ciencia y Tecnología ha tenido un definido interés en estudiar el fenómeno del cambio tecnológico en la industria siderúrgica latinoamericana. Ese interés ha tomado forma a través de dos líneas específicas de investigación en las que se ha venido trabajando a lo largo de 1976.

La primera línea cubre el tema del aprendizaje y cambio tecnológico en empresas siderúrgicas latinoamericanas, y está planificada como una serie de estudios microeconómicos interrelacionados, cada uno de los cuales trata el caso de una planta siderúrgica en particular. El primero de esta serie, iniciado a fines de 1975, se refiere a la planta de Acindar S.A., de Rosario, Argentina.

Se encaran estudios semejantes en Perú, México, Colombia y, últimamente, en Brasil.

En términos generales, los objetivos de estas investigaciones microeconómicas son: a) estudiar el ritmo anual y las varias formas de cambio tecnológico introducidos en cada planta a lo largo del tiempo; b) examinar el efecto que las distintas formas de cambio tecnológico han tenido sobre la productividad fabril; c) explorar cuánto del cambio tecnológico ha derivado de esfuerzos técnicos internos a la firma, a diferencia de licencias, contratos de asistencia técnica, etc., así como los rasgos de detalle del proceso de aprendizaje tecnológico segui

do por cada empresa. En resumen, la meta principal de esta primera línea de investigación es generar nueva información de detalle, así como nuevas hipótesis descriptivas del comportamiento tecnológico microeconómico en el sector siderúrgico latinoamericano.

La segunda línea de investigación está referida a la relación que existe entre el perfil tecnológico de las principales firmas siderúrgicas latinoamericanas y la frontera tecnológica universal en este campo.

La exploración de este tema ha comenzado a través de un estudio que el Programa BID/CEPAL comisionó al Instituto Chileno del Acero (ICHA), que ha estado encargado de contestar dos cuestiones básicas: a) qué ha ocurrido en el curso de las últimas décadas en materia de cambios en el estado del arte siderúrgico a escala mundial, y cuánto de ellos ha sido absorbido en el escenario latinoamericano; b) cómo ha ido evolucionando hasta el presente el proceso de incorporación tecnológica de las acerías integradas de Argentina, Brasil, México, Perú, Colombia y Venezuela y cómo habrá de hacerlo hasta 1985, fecha para la que diversas firmas cuentan con detallados planes de inversión y de incorporación de nuevas tecnologías.

En otros términos, la investigación comisionada al ICHA debía proporcionar un primer cuadro global de situación respecto de la frontera tecnológica universal. Este habría de servir de base tanto para futuros estudios comparativos como para la formulación de propuestas de política tecnológica a escala nacional e intra-regional.

La monografía que aquí se presenta constituye un primer avance en el marco de la segunda línea de investigación a que se acaba de hacer referencia. Se trata de un trabajo netamente tecnológico que deberá ser retomado por el análisis económico en una etapa futura, a fin de arrojar luz sobre el impacto económico de los hechos y tendencias tecnológicas aquí desc<sub>ri</sub>ptas. Comienza con un sumario sobre el crecimiento de la siderurgia latinoamericana, el grado en que la misma satisface el consumo aparente de la región y un análisis resumido de los principales factores que condicionan la expansión de este sector industrial hasta 1985.

Continúa luego en un terreno más técnico suministrando información útil para los no tecnólogos involucrados en el estudio del sector siderúrgico. Para ello examina primeramente el proceso de fabricación del acero y detalla a continuación una nómina de 61 diferentes innovaciones y subinnovaciones en la tecnología siderúrgica clasificadas según los aspectos principales del proceso de elaboración del acero, indicando las fechas en que muchas de ellas comenzaron a ser usadas a escala industrial en el mundo y en América Latina.

Finalmente establece el perfil tecnológico de empresas siderúrgicas de siete países de la región entre 1960 y 1975, y su proyección a 1985. Asimismo indica el retardo que existe entre este perfil y la frontera tecnológica internacional.

La presente monografía sugiere una gradual disminución en la brecha tecnológica relativa que separa a los ma-

yores países de América Latina respecto nivel tecnológico promedio observable en el escenario de los países industrializados. Asimismo indica que, con pocas excepciones, es escaso el esfuerzo tecnológico realizado en la región en la búsqueda y desarrollo de procesos siderúrgicos nuevos a nivel mundial.

En otros términos, se deduce que el esfuerzo tecnológico interno destinado a absorber y adoptar tecnologías internacionales es significativo y creciente. Sin embargo, hasta el presente el mismo no se ha propuesto entrar en el campo de tecnologías experimentales y novedosas a nivel mundial.

--

El trabajo ha sido realizado por profesionales del Instituto Chileno del Acero - entidad afiliada a ILAFA - bajo la dirección del Ing. E. Gana. La investigación está basada en material informativo original recogido en el curso de un estudio de campo que cubrió las principales acerías integradas de América Latina.



## CONCLUSIONES

La industria latinoamericana del acero se verá enfrentada en el futuro inmediato a dos grandes desafíos. Por un lado, el crecimiento interno del mercado siderúrgico, en particular de los países mayores de la Región y, por otro, las perspectivas de una redistribución geográfica de las instalaciones para producir acero a nivel mundial, fundamentalmente las altamente contaminantes del ambiente o las íntimamente relacionadas a los recursos naturales.

Entre los problemas a resolver para superar dicho desafío se encuentra el de la selección, adecuación y desarrollo de tecnologías aptas para alcanzar niveles de producción y costos compatibles con las metas programadas.

América Latina ha evolucionado favorablemente en el plano de la adquisición y empleo de tecnologías modernas o de avanzada. Así, el retardo en la adopción de tecnologías originarias de países industrializados ha ido disminuyendo sensiblemente en los últimos años y las ampliaciones previstas acortarán aún más la brecha tecnológica.

En el período 1903-1960, el retardo promedio en emplear los procesos o equipos más avanzados fue del orden de 21 años. Si se toma el período 1943-1965, fechas en que se instalan la mayoría de las usinas siderúrgicas de la región, el retraso disminuye a 11 años, aproximadamente. Finalmente, entre 1960 y 1975 se manifiesta un nuevo y significativo descenso en el retardo tecnológico al llegar a un promedio de alrededor de 7 años.

Un indicador más preciso es el grado de difusión que han tenido los procesos en la industria siderúrgica de América Latina, en relación a su utilización en el resto del mundo. En el Capítulo III de este documento se hace un análisis pormenorizado, referido a la elaboración de fierro primario, acería y transformación a semiterminados. Los resultados del examen de estas tres etapas en la producción de acero muestran un acercamiento cuantitativo y cualitativo a la frontera tecnológica mundial. En algunos procesos la Región es pionera, como es el caso de la reducción directa de minerales de fierro.

Al final del Capítulo III se hace un somero estudio de los factores que podrían explicar la mayor o menor intensidad en la adopción de tecnologías en los países latinoamericanos. Las primeras conclusiones señalan vinculaciones entre el volumen y velocidad de crecimiento de la producción de acero y el desarrollo tecnológico de cada país. Así, Brasil, México y Argentina, los mayores productores siderúrgicos de América Latina, registran el más alto número de procesos o equipos incorporados por primera vez en el Area. Asimismo, el perfil tecnológico global de las plantas integradas de esos países se asemeja cada vez más a la estructura que se encuentra en los países avanzados en la industria siderúrgica.

Coincide también que en los mencionados países, especialmente Brasil y México, se están efectuando importantes esfuerzos para contar con investigación y desarrollos propios.

## I. ANTECEDENTES

La industria siderúrgica ha experimentado un continuo crecimiento en las últimas décadas, en particular en las naciones que consolidaron su proceso de industrialización después de la segunda guerra mundial. Este hecho se puede verificar en las cifras que se presentan a continuación y en las del Anexo I Cuadro N° 1.

PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO POR REGIONES  
(Miles de toneladas de lingotes)

Región	1950		1960		1970		1975	
	Producción	%	Producción	%	Producción	%	Producción	%
Europa Occidental	52.100	27,5	108.769	31,5	161.521	27,1	155.043	23,8
Europa Oriental	8.100	4,3	21.181	6,1	40.082	6,7	51.850	8,0
URSS	27.300	14,4	65.294	18,9	115.886	19,5	142.000	21,8
Norteamérica <sup>(1)</sup>	90.900	48,0	95.337	27,6	130.340	21,9	118.987	18,3
Latinoamérica	1.400	0,7	4.316	1,2	13.181	2,2	18.611	2,9
África	800	0,4	2.199	0,6	5.326	0,9	7.773	1,2
Medio Oriente	-	-	40	0,01	525	0,1	1.225	0,1
Asia	7.500	4,0	44.777	13,0	121.669	20,4	148.252	22,7
Oceanía	1.300	0,7	3.753	1,1	6.996	1,2	8.054	1,2
Totales mundiales	189.400	100,0	345.666	100,0	595.526	100,0	651.795	100,0

Fu. CIE: IISI y Statistical Year Book N.U.

(1) México está incluido en Latinoamérica

El porcentaje de incremento de la producción mundial de acero es de 4,9% acumulativo anual para el período 1950-1975. Si se refiere a 1974, en vez de 1975, dicho porcentaje aumenta a 5,2% ya que en ese año se llegó a una cifra de 710 millones de toneladas de acero producido.

Se aprecia, además, un importante cambio en la distribución por regiones del acero fabricado. Notorio es el desarrollo alcanzado por Asia, en particular Japón, la Unión Soviética y los países de Europa del Este.

Actualmente, la producción y elaboración de acero ha pasado a simbolizar el grado de industrialización nacional, por la extensión y difusión de su uso en las más variadas actividades de la sociedad moderna. Su empleo va desde los bienes de consumo habituales hasta los más sofisticados bienes de capital, estando presente en la construcción de viviendas, industria automotriz, naval, de bienes de consumo durable, ferrocarriles, fabricación de máquinas y equipos, etc.

América Latina comenzó, en la práctica, su desarrollo siderúrgico también al término de la segunda guerra mundial, aún cuando plantas integradas tales como Fundidora Monterrey y Compañía Siderúrgica Belgo Mineira operaban desde antes. En efecto, la producción regional alcanzó en 1950 a 1.394.200 toneladas de lingotes de acero, en tanto que en 1975 ya había llegado a 18 millones. En 1950 se fabricaba

acero en Argentina, Brasil, Chile y México. Actualmente poseen industrias siderúrgicas, aparte de los países citados, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela y, recientemente, se ha iniciado la producción en Centroamérica

PRODUCCION Y CONSUMO APARENTE DE ACERO EN LINGOTES  
EN AMERICA LATINA

(En millones de toneladas)

<u>Años</u>	<u>Producción</u>	<u>Consumo aparente</u>
1950	1.394	n/d
1960	4.750	8.603
1961	5.305	9.050
1962	5.826	9.233
1963	6.937	9.519
1964	8.022	11.332
1965	8.290	11.640
1966	9.163	12.156
1967	9.689	12.841
1968	11.072	14.100
1969	12.045	16.652
1970	13.042	17.320
1971	13.838	18.895
1972	15.431	20.311
1973	16.465	23.146
1974	17.495	29.500
1975	18.216	n/d

---

FUENTE: ILAFA

Los 18 millones de toneladas de lingotes alcanzados en 1975, equivalen aproximadamente a 15 millones de toneladas de productos finales de acero, los que tendrían un

valor del orden de 3.500 millones de dólares si se transara en el mercado mundial.

En el Anexo I, Cuadro N° 2 y N° 3 se dan cifras de la producción y el consumo aparente de acero de los países latinoamericanos.

Pese al importante incremento de la producción siderúrgica de la Región, todavía las importaciones siguen constituyendo una proporción significativa del consumo aparente - del orden del 40% en 1974 - y cerca del 30% en promedio, en el último quinquenio.

Para 1985 el consumo de acero en América Latina se estima entre 48 millones de toneladas de lingotes (según el International Iron and Steel Institute) y 82 millones de toneladas, de acuerdo con proyecciones del Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero. Dichas cifras dan una idea de la magnitud del esfuerzo que deberá hacer la Región para aumentar su oferta a niveles tales que disminuyan o cierren la brecha frente a la demanda.

Varios países han demostrado que es posible lograr adiciones significativas en su capacidad de producción en un relativo corto tiempo. Así, Japón prácticamente ha multiplicado su fabricación de acero en más de 20 veces en los últimos 24 años, pasando de 4,8 millones en 1950 a 117 millones en 1974. China Continental y España también marcan records de incrementos de 42 y 14 veces, respectivamente.

El caso de Japón es digno de ser destacado, no sólo por su impresionante aumento absoluto y relativo de producción, sino por haber sido realizado con una carencia casi total de materias primas propias.

El presidente de ILAFA, Argenis Gamboa, ha señalado en el último Congreso del Instituto <sup>(1)</sup>: "Aún cuando la evolución histórica hasta aquí ha mostrado que los cambios en la geografía del mineral de hierro han sido más marcados que en la geografía del acero, no existen obstáculos insuperables para desarrollar en América Latina una siderurgia moderna, competitiva en los mercados internacionales. En los años pasados ha sido posible concentrar las nuevas producciones de acero en las zonas costeras de los países industriales, aprovechando la disminución de los precios de los minerales y del transporte interoceánico. Sin embargo, los cambios en esas condiciones deberán introducir variaciones de importancia en el escenario de la siderurgia internacional en el sentido de orientarla hacia zonas privilegiadas en mineral de hierro".

América Latina aparece en una condición privilegiada en cuanto a su disponibilidad de insumos básicos, particularmente en lo referente al mineral de hierro (en la región se concentra la quinta parte de las reservas mundiales) y a recursos energéticos (petróleo, gas natural y, en menor medida, carbón).

---

(1) Discurso del Presidente de ILAFA "Elementos para una Política de Desarrollo de la Industria del Acero en América Latina". XXII Congreso Latinoamericano de Siderurgia. Caracas, Octubre 1976.

En el mismo discurso ya citado, Argenis Gamboa agrega "Esta visión, desde las perspectivas de los principales recursos naturales, no estaría completa si no consideramos uno que ha venido adquiriendo una creciente relevancia en los países más desarrollados en las últimas décadas - me refiero al ambiente - ya que las colosales inversiones que deben efectuar para su preservación han sido responsables, en buena medida, del menor atractivo que parecen ejercer las inversiones en la producción de acero".

Los problemas de contaminación ambiental sumados a la carencia o alto costo de la explotación de materias primas, han creado tales condicionantes que japoneses y europeos están analizando seriamente la instalación de plantas fuera de sus territorios. En Brasil y México ya se han generado asociaciones tecnológicas y de capital con industrias existentes.

El futuro probablemente traiga un cambio profundo en la localización de las unidades que requieren grandes cantidades de materias primas y/o son altamente contaminantes, tales como las etapas de reducción y aceración del mineral. La tendencia previsible en la ubicación de las plantas para la producción de semiterminados tendrá sin duda esa dirección, es decir, la descentralización desde los países desarrollados hacia los de menor desarrollo relativo.

Para Latinoamérica se presentan dos desafíos que, en gran parte, pueden ser simultáneos: cubrir su déficit propio de abastecimiento siderúrgico y prepararse agresiva-



mente para participar en la nueva distribución geográfica mundial de la producción de acero.

Tres factores aparecen como limitantes fundamentales en la solución satisfactoria del desafío planteado a la industria siderúrgica de la Región (sin contar con los aspectos institucionales y de decisión gubernativa en cada país): financiamiento de las inversiones requeridas, formación de personal especializado y, adecuada resolución de los problemas tecnológicos del sector.

Los dos primeros aspectos - financiamiento y personal especializado - darían lugar a ensayos específicos sobre estos temas y quedan, por tanto, fuera del ámbito de este trabajo. En lo que sigue, se prestará atención al tema de la evolución tecnológica, tomando en consideración la experiencia ya acumulada en Latinoamérica y los planes futuros conocidos en las empresas integradas de la Región.

Dada las características de maduración de las inversiones en la industria del acero, con plazos entre 4 a 8 años que median normalmente desde los estudios de factibilidad hasta la puesta en marcha de las plantas, la definición del perfil tecnológico del sector se hace con bastante anterioridad a las fechas de producción efectiva. Así, por ejemplo, en un elevado porcentaje ya se están construyendo o licitando las unidades que entrarán en funcionamiento en 1980. Ello significa que los procesos tecnológicos básicos con los cuales se fabricarán y transformarán los productos siderúrgicos se encuentran desde ahora determinados. Los

cambios en el perfil tecnológico que se generen con ulterioridad serán función de nuevas adiciones a la capacidad instalada y de innovaciones tecnológicas; es decir, modificaciones y mejoramientos en los equipos e instalaciones y en las formas de producción.

Al largo período de maduración de las inversiones siderúrgicas debe agregarse plazos no inferiores a 20 años para la amortización de los equipos esenciales, lo que hace que el horizonte de la inversión alcance habitualmente al cuarto de siglo.

En los países de mayor crecimiento de la industria del acero, junto con los aumentos de capacidad productora se han ido generando las facilidades para la investigación y el desarrollo tecnológico propio, creándose así condiciones favorables para la elección y mejoramiento de los procesos empleados por la industria. Esto ha significado minimizar los riesgos de selección de tecnologías, tanto en la inversión inicial como en las modificaciones y expansiones subsiguientes. Además, esta capacidad tecnológica y de ingeniería ha sido pagada a través de la venta de procesos patentados y de asesorías.

En América Latina los esfuerzos tecnológicos se han dirigido tradicionalmente al estudio de alternativas de selección de los equipos e instalaciones más convenientes, en relación a los tamaños y diversidades de los mercados locales y de las materias primas disponibles. En cuanto al

desarrollo y perfeccionamiento de nuevos procesos, se ha preferido adquirir sistemas y métodos probados en los países de mayor desenvolvimiento industrial, antes de crear y experimentar procesos propios.

Existen algunas importantes, pero escasas, excepciones a lo señalado anteriormente. Una de ellas es el proceso patentado H y L de reducción directa para hierro esponja, en uso en México desde 1957.

El análisis que se hace en el Capítulo III del presente documento está dirigido fundamentalmente a mostrar el grado de retardo tecnológico de la Región y su evolución previsible hasta 1985. Las conclusiones son alentadoras en cuanto a la proyección del perfil tecnológico, en relación al que presenta hoy la industria de las regiones más avanzadas. Queda, sin embargo, un largo camino por recorrer para acercarse a la capacidad y eficiencia compatibles con las metas de desarrollo enunciadas en páginas anteriores.

## II. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACION DEL ACERO Y DE SUS TECNOLOGIAS

Dada la complejidad de la industria siderúrgica - normalmente elabora varios miles de productos con características físicas y químicas diferentes, para ser vendidos a cientos de clientes - se ha intentado resumir brevemente los procesos empleados usualmente en la fabricación y transformación del acero, en la secuencia con que ellos aparecen.

Se ha confeccionado, asimismo, una nómina de las principales tecnologías ocupadas en la industria del acero de los países más avanzados, siguiendo el orden en que se procesan los insumos hasta llegar a los artículos finales.

El afán de simplificar crea, sin duda, dos distorsiones: la primera, es la omisión de técnicas complementarias o muy especializadas, y, la segunda, resulta imposible valorar adecuadamente la importancia relativa que tiene cada proceso y sus alternativas de reemplazo. Para remediar estas deficiencias, en el curso del análisis de la situación tecnológica de América Latina (Capítulo 3) se harán referencias específicas a las tecnologías y procesos más relevantes.

Junto a la nómina de las principales tecnologías, se ha colocado la fecha más aproximada posible de su primera aplicación en el mundo, en escala industrial. Lamentablemente, no siempre ha sido posible encontrar datos confia-

bles, dada la confusión entre descubrimiento o primera patente y su empleo a escala industrial. Así, por ejemplo, Henry Bessemer patentó en 1846 un proceso de colada continua, pero sólo en 1952 se desarrollan industrialmente estas máquinas.

La información que falta se refiere, generalmente, a tecnologías evolutivas que corresponden a mejoramientos o procesos o procesos complementarios de otros ya existentes.

## 1. BREVE DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE FABRICACION DEL ACERO

La industria siderúrgica tiene por finalidad convertir materiales que poseen un alto contenido de fierro, de preferencia mineral o chatarra, en acero en diversas formas y grados de terminación.

La transformación de las materias primas en productos finales de acero se hace en varias etapas sucesivas, empleando para ello procesos químicos, físicos y físico-químicos. La característica central de esta industria es el procesamiento masivo de insumos para obtener una amplia gama de aceros, tanto en sus dimensiones como en sus composiciones y propiedades físicas.

A continuación se describen sucintamente los procesos empleados con más frecuencia en todo el mundo por la industria siderúrgica.

### A. PRODUCCION DE FIERRO PRIMARIO

Esta etapa diferencia a las plantas siderúrgicas integradas de las que no lo son. Las siderúrgicas integradas incluyen la etapa de producción de fierro primario, en forma de arrabio o de materiales prerreducidos, obtenidos a partir de mineral de hierro. La semi-inte

gradas o no integradas, parten en su producción desde la acería, utilizando principalmente chatarra o desde la laminación en base a semiterminados.

El sistema más común de producción de hierro primario es el alto horno. Este opera con mineral de hierro (óxido de hierro, generalmente magnetita o hematita), coque (obtenido por destilación del carbón) y caliza (carbonato de calcio) como fundente. El producto que se obtiene es el arrabio, constituido casi en un 95% por hierro metálico y alrededor de 4% de carbono. El arrabio carece de las cualidades de ductilidad y resistencia características del acero, por lo que es necesario someterlo a un proceso de refinación.

Otros hornos de reducción, que producen arrabio por procesos semejantes al del alto horno a coque, son: el alto horno a carbón vegetal, que utiliza carbón de leña y el horno eléctrico de reducción, que emplea electricidad para calentar y coque para reducir el mineral.

El alto horno tradicional ha mejorado su productividad y rendimiento mediante numerosas innovaciones, tales como el empleo de minerales aglomerados (sinter y pellets); de combustibles auxiliares, de oxígeno; sistemas de carga continua y otros.

Una forma diferente de producir hierro primario son los sistemas de reducción directa, que transforman el mineral de hierro mediante el uso de gas natural o

gas de carbón, en un producto llamado prerreducido o hierro esponja, con un contenido de hierro metálico inferior a 90%, que debe someterse a refinación, tal como el arrabio, para ser transformado en acero.

Normalmente el arrabio se obtiene en estado líquido, a alta temperatura, y en esas mismas condiciones se carga en el horno que lo transforma en acero. Los materiales prerreducidos, en cambio, se obtienen siempre en estado sólido, en forma pulverulenta, compacta o como briquetas.

## B. PRODUCCION DE ACERO CRUDO

El proceso de refinación del hierro primario para su transformación en acero, consiste fundamentalmente en rebajar su excesivo contenido de carbono mediante oxidación y luego afinar el baño metálico, eliminando elementos indeseables, tales como fósforo y azufre.

La transformación del hierro primario en acero puede efectuarse mediante diversos sistemas, de los cuales, los principales son los siguientes:

Convertidor básico de oxígeno "BOF" (llamado también sistema LD)

En los últimos años este sistema ha pasado a ocupar el primer lugar en cuanto a tonelaje de acero produ



cido en la industria siderúrgica mundial. Se utiliza un convertidor basculante, cargado comunmente con arrabio líquido y hasta un 30% de chatarra, al que se introduce oxígeno puro mediante una lanza refrigerada. La oxidación y afino se verifican en forma muy rápida, completándose el proceso en un tiempo del orden de 45 minutos.

#### Horno eléctrico de arco

Hasta hace pocos años se le empleaba sólo para la producción de aceros especiales, pero actualmente tiene una utilización creciente en la producción de aceros corrientes. Se le puede cargar con diversas combinaciones de chatarra de acero, de arrabio líquido o de materiales prerreducidos. Diversas innovaciones han mejorado notablemente su productividad y rendimiento.

#### Horno Siemens-Martin (o de solera abierta)

Con este sistema se obtenía el mayor tonelaje del acero producido por la industria siderúrgica mundial hasta 1970. En los últimos años no se han instalado nuevos hornos Siemens-Martin y muchos de los hornos en operación han sido desmantelados o transformados. Estos hornos se cargan con arrabio líquido y chatarra de acero, usualmente hasta 50%, que se transforma en acero mediante un proceso que puede demorar entre 6 y 8 horas.

Otros sistemas de aceración son:

Bessemer, convertidor de soplado de aire por el fondo, que ya prácticamente no se emplea.

Thomas, convertidor básico, de soplado de aire por el fondo. Se han transformado en su mayor parte en convertidores de oxígeno.

Kaldo y Rotor, son convertidores rotatorios de soplado de oxígeno. Se utilizan en pocos casos.

Desgasificación del acero

Junto con la transformación del fierro primario en acero, se han desarrollado varios sistemas de desgasificación, que permiten obtener un acero con mejores propiedades. Los sistemas más utilizados son los de desgasificación en vacío, de refusión en vacío y de refusión por electro-escoria.

El acero producido por cualquiera de los métodos anteriormente señalados se vacía en estado líquido, a alta temperatura, en lingoteras de donde se obtienen lingotes en estado sólido. El lingote puede variar en su forma y peso, pero frecuentemente son de un peso comprendido entre una y diez toneladas.

El único caso en que el acero continúa a la próxima etapa en forma líquida, es cuando va a ser procesado en la colada continua, método que se explica más adelante.

### C. TRANSFORMACION A SEMITERMINADOS

Antes de llegar al acero como producto terminado, en su forma definitiva, es necesario un paso intermedio en que se le obtiene como producto semiterminado: planchón, tocho y palanquilla. Los planchones tienen secciones rectangulares, lo que permite la obtención posterior de laminados planos y los tochos y palanquillas secciones cuadradas, para llegar a barras, perfiles o tubos. Los principales sistemas de obtención de semiterminados son:

#### Laminador de desbaste

Es el sistema tradicional, al que corresponde el mayor tonelaje mundial de producción. El laminador de desbaste se alimenta con lingotes de acero, previamente recalentados en hornos de foso hasta la temperatura adecuada para laminación. Se obtienen planchones y tochos. Estos últimos pueden ser transformados en palanquillas.

## Colada continúa

Es un sistema más nuevo, que ha ido aumentando gradualmente su participación en la producción mundial de semiterminados. Tiene rendimientos más altos que el laminador de desbaste.

La colada continúa se ha perfeccionado con numerosas innovaciones, tales como automatización del proceso, colada secuencial, aumento de velocidad y posibilidad de colar aceros de aleación. En esencia, consiste en pasar el acero líquido por sistemas de enfriamiento controlado, lo que permite lograr que el acero adopte la forma de planchón o palanquilla en un flujo continuo.

## D. LAMINACION

Los procesos de laminación de semiterminados permiten obtener toda la gama de productos terminados de acero en sus diversas formas y dimensiones. Los procesos iniciales, comunes en todos los casos, son los de acondicionamiento (preparación) y recalentamiento de los semiterminados.

Los planchones, destinados a productos planos, siguen la siguiente secuencia:

- 1) Laminación en caliente, donde se reduce fuertemente la sección, salvo en el caso de la plancha gruesa que se despacha como producto final a maestranzas y astilleros de construcción naval. En los restantes casos se llega a rollos o bobinas que también pueden ser usados como productos finales por fabricantes de perfiles doblados o plegados, tubos soldados, productos estampados y otros.
- 2) Después de la laminación en caliente, los rollos deben ser sometidos al proceso de decapado, que limpia y desoxida la superficie de la lámina.
- 3) Laminación en frío. Esta se efectúa generalmente a bobinas de espesor del orden de 2 mm, para llegar hasta 0.15 mm de grosor. Finalmente, para alcanzar superficies homogéneas, con adecuadas propiedades mecánicas y sin tensiones internas, el acero debe ser tratado térmicamente y luego pasado por un laminador terminador, denominado de Temple. Los productos del laminador en frío tienen múltiples usos en carrocerías de vehículos, electrodomésticos, enlozados, usos eléctricos y otros.

Los tochos o palanquillas son laminados en caliente en instalaciones especiales para producir barras, alambrón, perfiles pesados y rieles y tubos sin costura. Cada uno de estos productos, al igual que los planos, puede variar a su vez en su forma, sección, calidad, composición química, propiedades físicas, soldabilidad,

etc. Así, por ejemplo, el laminador de barras entrega barras redondas para hormigón - con o sin resaltes - redondas para otros usos (resortes, pernos, remaches, estructurales), barras cuadradas, planas, ángulos de alas iguales o desiguales, barras gruesas (para forja, molienda de minerales), etc.

#### E. RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES Y PROCESOS DE ACABADO

Los productos terminados de acero en muchos casos llevan algún tipo de recubrimiento superficial, que mejora sus propiedades de resistencia a la corrosión o le dan un mejor aspecto exterior.

Los recubrimientos más usuales son:

- Galvanizado, por inmersión o en líneas continuas, de gran empleo en exteriores y techumbres. Se les puede agregar otros recubrimientos con plásticos, pinturas o esmaltes.
- Estañado, que puede ser hecho en forma electrolítica (continua) o por inmersión. Las chapas estañadas se utilizan extensamente en la industria conservera y de envases.

Además de los sistemas de recubrimiento superficial, se deben considerar otros procesos de acabado, que producen una mejor terminación superficial, mejoran

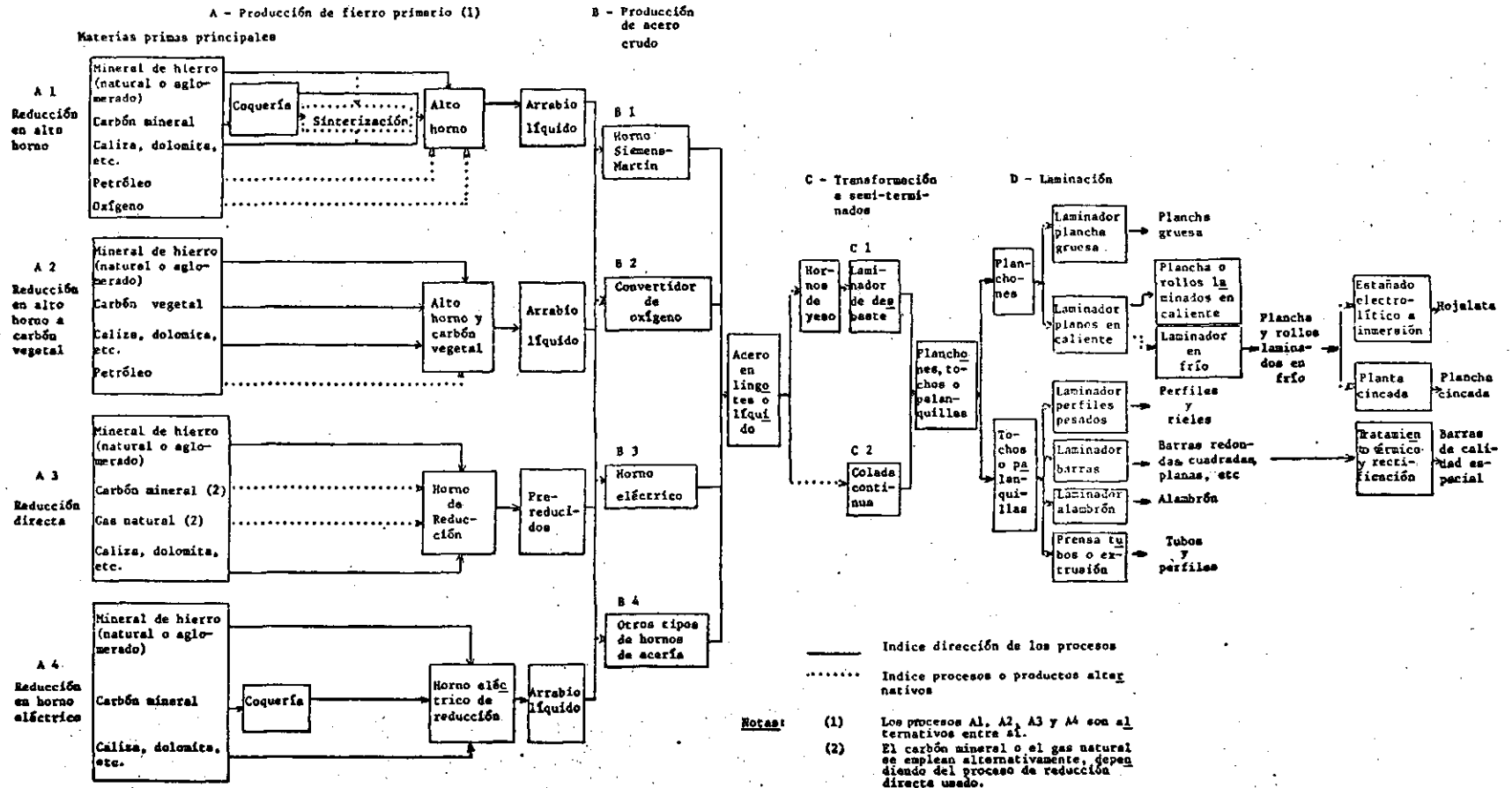
las propiedades mecánicas o permiten obtener una mejor tolerancia dimensional.

#### F. PROGRAMACION DE LA PRODUCCION Y LAS VENTAS

La industria siderúrgica presenta condiciones especiales en lo referente a producción y ventas, dada la gran variedad de sus productos (planos y no planos; multiplicidad de composiciones químicas, dimensiones, terminaciones, propiedades mecánicas, etc.) y la cantidad de clientes que debe atender. Estas características han obligado a desarrollar técnicas especiales para la programación de la producción, en función de la diversidad de pedidos.

Los sistemas más modernos tienden a programar rigurosamente el inventario de semiterminados, donde la diversidad de artículos todavía no es tan grande. A partir de allí, de acuerdo con el desarrollo de las ventas, se inician campañas de producción, es decir, laminación en caliente o frío y procesos de acabado y recubrimiento. El control de inventario de semiterminados es fundamental en este caso y debe efectuarse permanentemente mediante computación.

El Cuadro inserto a continuación muestra, a grandes rasgos, el flujo que siguen los procesos más importantes en la fabricación del acero.





## 2. NOMINA DE TECNOLOGIAS SIDERURGICAS Y FECHAS DE USO EN ESCALA INDUSTRIAL

### A. PRODUCCION DE FIERRO PRIMARIO

#### A.1 Manejo de materiales

##### A.1(1) Recepción y manejo de materias primas en forma continúa

Una planta siderúrgica integrada necesita recibir y preparar para su proceso grandes volúmenes de materias primas. Las plantas modernas cuentan con equipos adecuados para transportar materiales en forma continua y masiva mediante cintas y otros dispositivos que se utilizan en la descarga de barcos, almacenamiento, mezcla y acondicionamiento de las materias primas. No hay indicación exacta sobre su primer empleo en el mundo.

#### A.2 Coquización

##### A.2(2) Briquetado (formado del coque)

Es una técnica nueva que consiste en pulverizar y luego briquetar el carbón previo a su carga en la coquería. En estas condiciones es posible utilizar carbones que en su estado natural no darían lugar a la formación de un coque con suficiente resistencia mecánica. El coque briquetado permite mejorar la productividad del alto horno.

Fue ocupado por primera vez en 1971 en la Nippon Steel (Kimitsu) de Japón.

#### A.2(3) Precalentamiento del carbón

El precalentamiento del carbón con que se alimenta la coquería, a unos 200°C a 250°C, ha permitido utilizar carbones de alto volátil y deficientes calidades coquizables. Junto con el precalentamiento del carbón, se suele utilizar un sistema de carguío neumático en tubos cerrados. El precalentamiento permite aumentar la productividad de la coquería.

Empleado en 1970 por Allied Chemical de Estados Unidos de Norteamérica.

#### A.2(4) Apagado en seco

En los sistemas de apagado en seco el coque caliente se arroja dentro de un recipiente cerrado. Gases inertes circulan entre el coque caliente y pasan a una caldera de calor de desecho, donde el calor sensible que entrega el coque se utiliza para generar vapor. La mayor importancia de este sistema está en que disminuye casi completamente la contaminación ambiental en la coquería y en que aumenta la productividad.

Utilizado a partir de 1968 en la URSS y Europa.

### A.3 Sinterización

#### A.3(5) Sistema de parrilla continua para la producción de sinter y dispositivos de carga uniforme.

Corresponde a un desarrollo en la fabricación de sinter, que permite mejorar la productividad y obtener un tipo de sinter de características más homogéneas. Las parrillas continuas mayores alcanzan una superficie de 500 m<sup>2</sup>.

Los dispositivos de carga uniforme permiten obtener una capa de sinter nivelada, de altura perfectamente uniforme, con lo que se logra una sinterización más homogénea.

El sistema Dwigth Lloyd se emplea por primera vez en 1906 y el Greenawalt en 1912.

### A.4 Reducción en alto horno

#### A.4(6) Uso de sinter o pellets.

El empleo de materiales aglomerados, en forma de pellets o de sinter, como carga total o parcial del alto horno, permite mejorar la productividad (caso de los pellets) y además de ello, en el caso del empleo de sinter, permite utilizar materiales tales como el coquecillo y los finos de mineral, que tendrían muy poco valor en otras aplicaciones.

El sinter se ocupó por primera vez en 1906 y péllets en 1948.

#### A.4(7) Uso de combustibles auxiliares

El empleo de elementos combustibles auxiliares (especialmente petróleo, gas natural o carbón pulverizado) ha permitido reducir el consumo de coque en los altos hornos. Los combustibles auxiliares se inyectan por las toberas del alto horno.

Empleado en 1946 por Esso Research en U.S.A.

#### A.4(8) Uso de oxígeno

El enriquecimiento del aire insuflado (de 21% oxígeno a un rango de 25 a 30%) permite una mayor inyección de combustible auxiliar, con la consiguiente disminución en el consumo específico de coque.

Se emplea oxígeno en 1960 en un alto horno en USA.

#### A.4(9) Dispositivos de contrapresión

Algunos nuevos diseños de tope permiten contrapresiones superiores a 2,5 atmósferas en algunos altos hornos de grandes dimensiones. Se mantiene así mayor cantidad de aire en contacto con el coque y mineral y se acelera el proceso de reducción.

Utilizado en 1944 en U.S.A.

#### A.4(10) Alta temperatura del aire insuflado

Las estufas de diseño moderno permiten precalentar el aire para ser insuflado a temperaturas superiores a 1.300°C. La mayor temperatura del aire permite disminuir el consumo específico de coque y aumentar la productividad del alto horno.

Se emplea a contar aproximadamente desde 1950 en U.S.A.

#### A.4(11) Carga continua del alto horno

Casi todos los altos hornos modernos, de gran tamaño, han sido diseñados con sistemas continuos de carga (cintas transportadoras) a diferencia de los hornos más antiguos, que utilizaban sistemas discontinuos ("skips").

No se ha determinado la fecha de su empleo inicial.

#### A.4(12) Gran tamaño de los altos hornos

El tamaño de los nuevos altos hornos ha continuado aumentando, habiéndose llegado a hornos de 14 metros de diámetro de crisol y 4.500 m<sup>3</sup> de volumen útil. Estas unidades de gran tamaño permite una buena utilización de todas las innovaciones reseñadas, con lo que es posible obtener altas productividades y bajos consumos específicos de coque.

Los primeros hornos de ese tamaño se ponen en operación en 1968 en Japón.

## A.5 Reducción en alto horno a carbón vegetal

### A.5(13) Uso de sinter o pellets

Al igual que el alto horno a coque, el empleo de sinter o de pellets en la carga del horno permite obtener aumentos en su productividad.

No hay datos exactos respecto a fecha.

### A.5(14) Uso de combustibles auxiliares

El empleo de combustibles auxiliares, principalmente petróleo, permite reducir el consumo específico de carbón vegetal.

En 1962, Voest en Austria, los ocupa por primera vez.

### A.5(15) Precalentamiento del aire insuflado

La mayor temperatura del aire insuflado en el horno permite disminuir el consumo específico de carbón vegetal y aumentar la productividad del alto horno.

No hay datos sobre su primer uso.

## A.6 Sistemas de reducción directa

### A.6(16) Sistemas de horno rotatorio con reductor sólido

Los procesos más conocidos dentro de esta modalidad son el SL-RN y el Krupp. Ambos permiten utilizar

carbones no coquizables de alto contenido de volátiles y mineral de alta ley o pellets.

Su operación industrial data de 1962, en Canadá.

A.6(17) Sistemas de lecho fijo y reductor gaseoso

El proceso más utilizado en este caso es el H y L, que cuenta con varias plantas en operación. Puede utilizar mineral y preferentemente pellets de alta ley.

Opera desde 1957 en Monterrey, México.

A.6(18) Sistemas de horno de cuba (continuo) y reductor gaseoso

Los procesos más conocidos en este caso son el Midrex, Armco y Purofer, que utilizan preferentemente pellets de alta ley. Se obtienen prerreducidos de alto grado de metalización.

Midrex tiene plantas funcionando en USA desde 1969.

A.6(19) Sistemas de lecho fluidizado y reductor gaseoso

Los dos procesos conocidos en este caso son el FIOR, para producto de alto grado de metalización y el HIB, para bajo porcentaje de metalización. Ambos procesos utilizan finos de mineral de hierro y entregan el material prerreducido en forma de briquetas de alta densidad.

Planta HIB, en producción a contar de 1972 en Venezuela.

En general, los materiales obtenidos por reducción directa y destinados a ser cargados en hornos de arco, deben ser de alto grado de metalización, de alta densidad y con un bajo contenido de ganga e impurezas.

#### A.7 Reducción en horno eléctrico

Los primeros hornos en operación industrial son del tipo Tysland Hole y funcionan desde 1920.

##### A.7(20) Empleo de materiales prerreducidos en la carga

Al utilizar materiales prerreducidos, como parte de la carga o como carga total, se obtiene un importante aumento en la productividad de estos hornos y un menor consumo específico de coque.

No hay datos del primer uso de esta técnica.

#### A.8 Control ambiental

##### A.8(21) Sistemas de control ambiental

La necesidad de evitar la contaminación ambiental ha hecho desarrollar diversos sistemas para filtrar los gases, eliminando las partículas sólidas en suspensión; depurar las aguas residuales, eliminando ácidos y reducir los niveles excesivos de ruidos.



Los sistemas para filtrar gases son fundamentales en algunas etapas de la producción de hierro primario, que producen gran cantidad de gases y partículas sólidas. Los procesos que producen mayor contaminación son: coquización, sinterización y reducción en alto horno.

Los principales sistemas de captación y filtrado de gases son: filtros por precipitación electrostática; sistemas de lavado de gases por vía húmeda ("scrubbers") y filtros de mangas.

Dispositivos anticontaminantes se ocupan a partir de 1957 en plantas de sinter en Inglaterra.

## B. PRODUCCION DE ACERO CRUDO

### B.1 Proceso Siemens - Martin

El proceso Siemens-Martin data de 1864.

#### B.1(22) Bóveda básica

La bóveda formada por ladrillos refractarios básicos permite trabajar a más altas temperaturas, con mayor duración del revestimiento. Permite también un mayor empleo de oxígeno, para aumentar la velocidad de fusión y, por lo tanto, la productividad del horno.

Su primer uso se ubica en 1947, en la U.S. Steel de Chicago, USA.

#### B.1(23) Empleo de oxígeno sobre el baño

El empleo de lanzas de oxígeno sobre el baño aumenta la velocidad de fusión, y por lo tanto, la productividad del horno.

Las primeras aplicaciones datan de 1946 en la Republic Steel, USA.

### B.2 Convertidor de oxígeno

Este sistema opera desde 1952 en Linz, Austria.

#### B.2(24) Precalentamiento de carga sólida

Consiste en precalentar la chatarra que se carga, dentro del mismo convertidor, puesto en posición horizontal o vertical. Se utilizan en este caso lanzas adicionales con combustibles líquidos o gaseosos. El precalentamiento de la carga sólida hace posible el empleo de hasta un 40% de chatarra en la carga, es decir, aumenta notablemente la cantidad de acero producida para una cantidad fija de arrabio líquido disponible.

No hay fecha exacta acerca de su primer uso.

#### B.2(25) Operación por computadoras

Debido a que el proceso LD significa transformaciones muy rápidas en el metal, se ha hecho práctica bastante común la ayuda de computadoras para determinar, en función de la temperatura y análisis del arrabio, la cantidad de chatarra admisible, el régimen de soplado de oxígeno y las adiciones necesarias.

No hay datos sobre la primera vez que se usó en escala industrial.

#### B.2(26) Utilización de los gases como combustible

Se han desarrollado últimamente sistemas de captación de los gases de convertidores, con el objeto de someterlos a una eficiente recuperación y lavado, y utilizar luego el gas como combustible.

No se sabe la fecha inicial de empleo.

#### B.2(27) Control dinámico

Es un procedimiento muy moderno, desarrollado en Japón, que consiste en un control directo de la operación por medio de computadoras, con medidor instantáneo de la temperatura y contenido de carbono del baño permitiendo regularlos de acuerdo con un modelo dinámico. Con este sistema se puede prolongar la vida útil de los refractarios a miles de cargas, durante un sólo período de revestimiento.

Se estima su primera utilización en 1972.

#### B.3 Horno eléctrico

Se sitúa su desarrollo, a escala industrial, en 1896 por HEROULT, Francia.

#### B.3(28) Ultra alta potencia

Constituye una tendencia muy marcada en los modernos hornos de arco utilizados en acería, el empleo de transformadores de alta potencia. Se obtiene así una notable reducción en los tiempos de fusión, lo que redundará en una mayor productividad del horno.

Datan de 1962.

### B.3(29) Regulación rápida de los electrodos

El aumento de potencia de los hornos hace indispensable poder conseguir tiempos de respuesta muy reducidos y precisos por parte de los electrodos. Para lograr esto se recurre a diversos sistemas de regulación eléctrica, tales como el empleo de thiristores.

No hay datos sobre su fecha de uso.

### B.3(30) Precalentamiento de la carga

Con el precalentamiento de la carga de los hornos eléctricos se consigue sustituir una parte de la energía eléctrica consumida en el proceso por otro combustible. Se utiliza para ello otra fuente de combustible (gas o petróleo) que puede ser más económica. Con el precalentamiento de la carga se consigue una disminución del consumo de electricidad y una mayor productividad del horno.

No se ha ubicado información acerca del comienzo de su aplicación.

### B.3(31) Carga continua

La carga continua en el horno de arco permite aumentar la productividad. Los sistemas de carga continua requieren que ella esté formada por trozos pequeños y uniformes. Por esta razón, casi siempre se utilizan sistemas de carga continua asociados con el empleo de materiales prerreducidos o chatarras especialmente preparadas (desmenuzadas). Los sistemas de carga continua

pueden llevar adaptados quemadores, para permitir además su precalentamiento.

No hay certeza sobre su primer empleo.

#### B.3(32) Empleo de computadoras

El control de las diversas etapas de la operación del horno eléctrico por medio de computadoras, mejora en la productividad, mediante la optimización de los tiempos necesarios para cada operación.

No hay información exacta sobre la fecha inicial.

#### B.3(33) Empleo de materiales prerreducidos

El empleo de estos materiales permite obtener aceros de una composición más constante, que con el uso de chatarra, y evitar las fuertes variaciones de precio a que suele estar sujeta este último material. Por ser de tamaño pequeño y uniforme, los materiales prerreducidos se adaptan muy bien a los sistemas de carga continua y de precalentamiento. Si se cumplen ambas condiciones puede obtenerse una mayor productividad en el horno de arco.

Presumiblemente se usan pellets después de 1955.

### B.3(34) Agitación del baño por inducción

Esta innovación consiste en agregar al horno de arco un sistema de espiras para obtener una corriente inducida, que produce una agitación en el baño. Dicho efecto produce una mayor homogenización del baño y una descarburación más rápida. Se obtiene así una mayor productividad y un metal más homogéneo y libre de gases perjudiciales.

No hay datos sobre fechas de uso.

### B.3(35) Inyección de oxígeno

La introducción de lanzas de oxígeno en el horno de arco aumenta la productividad, al acortar los tiempos de fusión y acelerar la descarburación.

Se ignora primera aplicación.

### B.4 Otros hornos de aceración

Además de los indicados anteriormente, se utilizan en algunas plantas siderúrgicas algunos otros tipos de hornos de aceración, cuya existencia suele corresponder a casos especiales. Entre estos hornos se pueden citar los siguientes:

- BESSEMER: Este sistema puede considerarse definitivamente obsoleto. Casi todas las plantas que contaban con este tipo de horno lo han discontinuado, para instalar otros sistemas.

Primer empleo en 1856, en Inglaterra.

- THOMAS: Se utiliza poco. En la mayoría de los casos se han transformado por soplado por oxígeno desde el fondo (sistemas Q-BOP o LWS) en convertidores semejantes a los LD.

Desarrollado en 1866.

- KALDO Y ROTOR: Son sistemas rotatorios con soplado de oxígeno.
- HORNOS DE INDUCCIÓN: Aunque se utilizan extensamente en fundición de fierro, casi no tienen empleo en siderurgia. Sólo se han utilizado en algunos casos en producción de aceros especiales.

#### B.4(36) Sistemas de soplado por el fondo del convertidor

Estos procesos consisten en inyectar oxígeno y gas combustible por toberas ubicadas en el fondo de un convertidor. Esta inyección se efectúa de modo tal que el oxígeno penetra al baño rodeado por el combustible, cuya desintegración modera la temperatura. No produce humos rojos.

Estos procesos no son una innovación que mejore a los convertidores LD, sino que son una adaptación a este sistema de los antiguos convertidores Thomas y Bessemer o un reemplazo de los hornos Siemens-Martin, cosa que no era fácil con los convertidores LD de soplado por arriba, por exigir éstos mayor altura del edificio.



Los sistemas más usuales son el Q-BOP (desarrollado por la U.S. Steel) y el LWS desarrollado en Francia, siendo ambos muy similares.

En el caso del LWS su aplicación industrial data de 1970, en los Hauts Forneaux de Chiers, Francia.

#### B.5 Desgasificación del acero

##### B.5(37) Desgasificación en vacío

Se han desarrollado varios procedimientos de desgasificación en vacío del acero. Se aplican principalmente a los aceros finos y a algunos aceros en que el proceso posterior requiere eliminar gases (p. ej. aceros para cilindros de laminación; para tubos sin costura; para embutido extraprofundo, etc.). Algunos de estos procedimientos son: de hornos cuchara (ASEA-SKF); procesos D.H. (Nippon Kokan) y RH. Todos estos procedimientos mejoran la calidad del acero y permiten obtener aceros de muy bajo contenido de carbono.

Las primeras experiencias exitosas son de 1961.

##### B.5(38) Refusión en vacío

Los sistemas de refusión en vacío se utilizan en la producción de aceros de aleación de calidades especiales. El sistema más utilizado es el de fusión por electrodo consumible. En este caso, el electrodo consumible es el lingote inicial; se forma un arco con corriente continua y el metal, que se refunde en vacío, se va solidificando en una lingotera de cobre enfriada por agua. No se dispone de información sobre primer empleo.

## B.5(39) Refusión por electro-escoria

Este sistema de refinación del acero es muy similar al anterior. Requiere formar una escoria reductora, que es conductora de la electricidad. El lingote inicial, que es un electrodo consumible, se va fundiendo bajo una capa de escoria que evita cualquier oxidación o contaminación.

No se ubicó información acerca primera aplicación.

## B.6 Control ambiental

### B.6(40) Sistemas de control ambiental

La gran cantidad de gases y partículas sólidas en suspensión que producen algunos procesos de aceración ha obligado a desarrollar sistemas especiales para captar y filtrar estos gases. Los procesos que producen mayor cantidad de gases son los de soplado por oxígeno, especialmente el LD, que ha dado origen a sistemas que requieren instalaciones muy complejas y voluminosas para su captación. Los procesos Siemens-Martin y de horno eléctrico también producen grandes volúmenes de gases, especialmente si se les agrega inyección de oxígeno.

Las primeras experiencias se ubican en 1960 aproximadamente.

## C. TRANSFORMACION A SEMITERMINADOS

### C.1 Laminador de desbaste

#### C.1(41) Hornos de foso con calentamiento uniforme y atmósfera controlada

En los modernos hornos de foso se han adoptado sistemas que aseguran un flujo constante y uniforme de los gases calientes y un control de la combustión que evita la oxidación superficial de los lingotes.

No se consiguió fecha primer desarrollo industrial.

### C.2 Colada continua

Data de 1952, en Austria.

#### C.2(42) Colada secuencial

La colada secuencial o colada en serie, permite colar varias cargas de acero líquido y, por lo tanto, conduce a una verdadera colada continua. Este tipo de colada requiere un cambio rápido de la cuchara, a fin de que no baje el nivel de acero líquido en el distribuidor más allá de una altura mínima de seguridad que impida que entre escoria en la lingotera. Con este mismo fin se han desarrollado distribuidores de mayor capacidad, que pueden proveerse con quemadores.

Se emplea por primera vez en 1962.

#### C.2(43) Aumento de velocidad de colada

En la colada continua de planchones, se logra obtener mayores velocidades de colada utilizando moldes rectos y rodillos curvadores motrices. Los rodillos curvadores alargan el núcleo líquido hacia la unidad extractora-enderezadora.

No se obtuvo información sobre primer uso.

#### C.2(44) Colada de aceros especiales

Mediante técnicas de desoxidación, utilización de tubos de inmersión y polvos formadores de escoria protectora, se ha podido colar aceros de aleación e incluso inoxidable en buenas condiciones.

En 1956 se efectúan coladas de acero inoxidable en Inglaterra.

## D. LAMINACION

### D.1 Acondicionamiento y recalentamiento de semiterminados

#### D.1(45) Acondicionamiento de palanquillas y planchones

El acondicionamiento de los semiterminados es un proceso indispensable en la producción de aceros finos y, en menor grado, es también necesario en la producción de aceros corrientes.

Los sistemas de acondicionamiento más utilizados comprenden la remoción de imperfecciones superficiales en máquinas que trabajan por amolado o por fresado y los sistemas de acondicionamiento por oxígeno ("scarfing").

Proceso desarrollado gradualmente, de modo que no es posible determinar la fecha exacta de empleo por primera vez.

#### D.1(46) Recalentamiento en hornos de solera móvil

Para el recalentamiento de semiterminados se está generalizando el empleo de hornos de solera móvil, que permiten, comparados con el horno de empuje, un calentamiento más uniforme en todas las caras del material, lo que se traduce en mejor calidad del producto final. Se evita además, el amontonamiento de palanquillas.

No hay datos de su primera aplicación.

#### D.1(47) Recalentamiento por inducción

Este sistema de recalentamiento permite reducir a un mínimo la descarburación superficial, aumentando por lo tanto el rendimiento metálico. El recalentamiento por inducción evita casi completamente la contaminación ambiental.

No hay datos sobre fechas de empleo.

#### D.2 Laminación en caliente

El primer tren continuo de bandas anchas en caliente operó en 1926.

#### D.2(48) Laminadores tipo X

En los laminadores continuos de barras se ha generalizado el empleo de laminadores de tipo X y el de bastidores horizontales y verticales alternados. Con estos sistemas se evita el uso de las guías de torsión y se puede emplear mayores velocidades de laminación.

La información disponible sitúa su primer uso en 1965.

#### D.2(49) Sistemas de cambio rápido de cilindros

Se han desarrollado diversos sistemas que permiten un cambio rápido de los stands completos de rodillos.

No se encontraron referencias acerca de su primer uso.

#### D.2(50) Dispositivos anti-torsión

Los dispositivos "no troist" han sido fundamentales para alcanzar elevadas velocidades en los laminadores de alambrón. Consisten en ubicar en tandem de 6 a 10 unidades laminadoras dúos de pequeño diámetro montadas con sus líneas a 90° unas de otras y todas ellas a 45° con respecto a la horizontal. Se emplean además cilindros de pequeño diámetro y gran dureza para laminar con relaciones porcentuales elevadas y ensanchamiento pequeño, lo que posibilita trabajar a altas velocidades.

Según datos disponibles fueron usados desde 1963.

#### D.2(51) Control automático de espesor

Se han diseñado sistemas automáticos de control del espesor del producto laminado, que permite obtener tolerancias inferiores a  $\pm 1\%$  para laminadores trabajando a velocidad constante. Este efecto se obtiene controlando la tensión que se produce entre los diversos stands.

No hay información disponible sobre su primera aplicación.

#### D.2(52) Laminadores continuos de tubos sin costura

Como una modificación del sistema Mannesmann de producción de tubos sin costura, se ha desarrollado un sistema de laminador continuo, que consta de numerosos stands con motores individuales y con sus cilindros colocados en ángulo recto. Como este tipo de laminadores

utiliza un mandril interno, se llaman también laminadores de mandril.

No se ha podido determinar fecha exacta.

### D.3 Extrusión

#### D.3(53) Proceso de extrusión de acero

Este proceso se efectúa en caliente, en prensas extrusoras de gran potencia. Los principales productos que se obtienen por extrusión son los tubos sin costura y numerosos tipos de perfiles de secciones especiales, que en muchos casos no podrían obtenerse por laminación. El proceso de extrusión permite obtener mayor precisión dimensional que la laminación en caliente.

No se ha tenido certeza sobre la fecha inicial de uso del proceso.

### D.4 Laminación en frío

Laminadores en tandem en frío fueron construidos por primera vez en 1943.

#### D.4(54) Laminadores de tipo Sendzimir

Estos laminadores y otras variantes posteriores, consisten en una combinación de cilindros de distintos diámetros, siendo los que están en contacto con el metal de pequeño diámetro, lo que aumenta fuertemente la presión específica. Los rodillos de mayor diámetro soportan



la presión y evitan cualquier efecto de flexión. Estos tipos de laminadores permiten obtener altas velocidades y gran precisión dimensional.

Se indica 1930 como primer empleo de este tipo de laminadores

#### D.4(55) Recocido continuo de rollos laminados en frío

Este proceso acorta sustancialmente el tiempo necesario para la producción de chapas laminadas en frío y permite, además, integrar en una etapa continua diversos procesos que antes se hacían por separado. La reunión de estos procesos en uno continuo es lo que se conoce como proceso CAPL, desarrollado recientemente por la Nippon Steel.

No se ha determinado la fecha de primer uso en el mundo.

#### D.4(56) Tijeras volantes para corte

Se utilizan en los laminadores en frío de gran velocidad, pues permiten obtener cortes de secciones en movimiento. Se utilizan también en laminadores rápidos en caliente que trabajan con secciones pequeñas, como por ejemplo, en laminadores de alambrón.

No se ha determinado su primera aplicación industrial.

E. RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES Y PROCESOS DE ACABADO

E.1 Recubrimientos

E.1(57) Líneas de estañado electrolítico

Las líneas de estañado electrolítico presentan numerosas ventajas con respecto al estañado por inmersión en caliente: mayor productividad, espesor de recubrimiento constante, obtención del producto en forma continua en rollos o planchas, etc. Además de chapas estañadas se pueden procesar en la misma línea chapas cromadas o con otros recubrimientos similares.

Se emplea por primera vez en 1940 en USA.

E.1(58) Líneas de galvanizado continuo

Presentan también numerosas ventajas con respecto al proceso por inmersión discontinua. A la línea de galvanizado continuo se le pueden agregar equipos para recubrimiento con plástico, pinturas, esmalte, etc.

En 1934 se desarrolla en escala industrial.

E.2 Procesos de acabado

E.2(59) Laminadores de temple

La laminación de temple ("skin-pass") es un proceso de acabado en frío que se aplica a productos lami-

nados en caliente o en frío. Consiste en una pequeña reducción del espesor combinada con un proceso de alargamiento, que produce una mejor terminación superficial (superficie brillante); mejor control del espesor y elimina posibles ondulaciones propias de la laminación en caliente. Modifica también algunas propiedades mecánicas, tales como la dureza, resistencia y capacidad de alargamiento.

No se ha ubicado información sobre el año inicial de empleo.

#### E.2(60) Procesos de acabado de productos siderúrgicos

Una gran parte de los aceros finos requieren diversos procesos adicionales de acabado, para modificar su estructura interna, sus dimensiones o su terminación superficial. Los procesos más utilizados son: tratamientos térmicos, enderezado y calibrado final. Además del control dimensional, la terminación superficial puede tener por finalidad controlar la rugosidad o eliminar grietas superficiales. Con estos fines se procede, en algunos casos, a eliminar la capa superficial mediante descascarado ("pelado de barras") o bien mediante rectificado en máquinas rectificadoras sin centro.

El desarrollo de las técnicas mencionadas ha sido gradual y no se ha registrado su evolución histórica.

## F. PROGRAMACION DE LA PRODUCCION Y VENTAS

### F.(61) Sistemas de programación siderúrgica

La industria siderúrgica presenta condiciones especiales en lo referente a producción y ventas, dada la gran variedad de sus productos (multiplicidad de composiciones, dimensiones y terminación) y la gran cantidad de clientes que debe atender.

Estas características han obligado a desarrollar técnicas especiales para la programación de la producción y las ventas.

Técnicas de evolución gradual, aceleradas por el desarrollo de las computadoras modernas. Su uso se intensifica a partir de 1960.

## SINTESIS DE LA NOMINA DE TECNOLOGIAS SIDERURGICAS

	A.	<u>Producción de hierro primario</u>
	A.1	Manejo de materiales
(n/d)	A.1(1)	Recepción y manejo de materias primas en forma continúa
(1700)	A.2	Coquización
(1971)	A.2(2)	Briquetado
(1970)	A.2(3)	Pre calentamiento del carbón
(1968)	A.2(4)	Apagado en seco
	A.3	Sinterización
(1906)	A.3(5)	Sistema de pantalla continúa y carga uniforme
(1830)	A.4	Reducción en alto horno
(1906)	A.4(6)	Uso de sinter o pellets (1906 y 1948 respectivamente).
(1946)	A.4(7)	Uso de combustibles auxiliares
(1960)	A.4(8)	Uso de oxígeno
(1944)	A.4(9)	Dispositivos de contrapresión
(n/d)	A.4(10)	Alta temperatura del aire insuflado
(n/d)	A.4(11)	Carga continúa del alto horno
(1968)	A.4(12)	Gran tamaño de los altos hornos
(1830)	A.5	Reducción en alto horno a carbón vegetal
(n/d)	A.5(13)	Uso de sinter o pellets
(1962)	A.5(14)	Uso de combustibles auxiliares
(n/d)	A.5(15)	Pre calentamiento del aire insuflado
(1957)	A.6	Sistemas de reducción directa
(1962)	A.6(16)	Sistemas de horno rotatorio con reductor sólido
(1957)	A.6(17)	Sistemas de lecho fijo y reductor gaseoso
(1969)	A.6(18)	Sistemas de horno de cuba y reductor gaseoso
(1972)	A.6(19)	Sistemas de lecho fluidizado y reductor gaseoso.

(1920) A.7 Reducción en horno eléctrico  
 (n/d) A.7(20) Empleo de materiales prerreducidos en la carga.  
 A.8 Control ambiental  
 (1957) A.8(21) Sistemas de control ambiental

B. Producción de acero crudo

(1864) B.1 Proceso Siemens Martin  
 (1947) B.1(22) Bóveda básica  
 (1946) B.1(23) Empleo de oxígeno sobre el baño  
 (1952) B.2 Convertidor de oxígeno  
 (n/d) B.2(24) Precalentamiento de carga sólida  
 (n/d) B.2(25) Operación por computadora  
 (n/d) B.2(26) Utilización de los gases como combustible  
 (1972) B.2(27) Control dinámico  
 (1899) B.3 Horno eléctrico  
 (1962) B.3(28) Horno de ultra alta potencia  
 (n/d) B.3(29) Regulación rápida de los electrodos  
 (n/d) B.3(30) Precalentamiento de la carga  
 (n/d) B.3(31) Carga continua  
 (n/d) B.3(32) Empleo de computadoras  
 (n/d) B.3(33) Empleo de materiales prerreducidos  
 (n/d) B.3(34) Agitación del baño por inducción  
 (n/d) B.3(35) Inyección de oxígeno  
 (1879) B.4 Otros hornos de aceración Thomas  
 (1970) B.4(36) Soplado de oxígeno (LWS)  
 B.5 Desgasificación del acero  
 (1961) B.5(37) Desgasificación en vacío  
 (n/d) B.5(38) Refusión en vacío  
 (n/d) B.5(39) Refusión por electro-escoria

	B.6	Control ambiental
(1960)	B.6(40)	Sistemas de control ambiental
	C.	<u>Transformación a semiterminados</u>
(1815)	C.1	Laminador de desbaste
(n/d)	C.1(41)	Hornos de foso con calentamiento uniforme y atmósfera controlada
(1952)	C.2	Colada continua
(1962)	C.2(42)	Colada secuencial
(n/d)	C.2(43)	Aumento de velocidad de colada
(n/d)	C.2(44)	Colada de aceros especiales
	D.	<u>Laminación</u>
	D.1	Acondicionamiento y recalentamiento de semiterminados
(n/d)	D.1(45)	Acondicionamiento de palanquillas y planchones
(n/d)	D.1(46)	Recalentamiento en hornos de solera móvil
(n/d)	D.1(47)	Recalentamiento por inducción
(1926)	D.2	Laminación en caliente: continuo de banda ancha
(1964)	D.2(48)	Laminadores tipo X
(n/d)	D.2(49)	Sistemas de cambios rápidos de cilindros
(1963)	D.2(50)	Dispositivos anti-torsión
(n/d)	D.2(51)	Control automático de espesor
(n/d)	D.2(52)	Laminadores continuos de tubos sin costura
	D.3	Extrusión
(n/d)	D.3(53)	Proceso de extrusión de acero
(1943)	D.4	Laminación en frío continuo
(1930)	D.4(54)	Laminadores de tipo Sendzimir
(n/d)	D.4(55)	Recocido continuo de rollos laminados en frío
(n/d)	D.4(56)	Tijeras volantes para corte

E. Recubrimientos superficiales y procesos de acabado

E.1 Recubrimientos

(1940) E.1(57) Líneas de estañado electrolítico

(1934) E.1(58) Líneas de galvanizado continuo

E.2 Procesos de acabado

(n/d) E.2(59) Laminadores de temple

(n/d) E.2(60) Procesos de acabado de productos siderúrgicos

F. Programa de la producción y venta

(n/d) F.(61) Sistemas de programación siderúrgica



### III. LA TECNOLOGIA SIDERURGICA EN AMERICA LATINA

En el presente capítulo se estudia el retardo en la implantación de los procesos siderúrgicos en América Latina y el perfil tecnológico genérico que muestran los países de la región entre 1960 y 1975, y su proyección a 1985.

Cabe aclarar que sólo se han considerado las plantas siderúrgicas integradas latinoamericanas, cuyas monografías aparecen en el Anexo N°2 de este documento, además de SICARTA en México, no incluida en dicho Anexo por comenzar su producción recién a fines del presente año.

Las monografías citadas describen fundamentalmente el equipamiento y la producción que las empresas tenían en 1960, 1970 y 1975 y los planes de ampliación de sus instalaciones en los próximos años. Los antecedentes han sido obtenidos de los repertorios siderúrgicos de ILAFA, de las respectivas memorias y otras publicaciones y de visitas directas a las empresas.

Por el breve tiempo asignado a la investigación de campo, no se ha podido dar más que una visión global e incompleta a nivel de cada empresa. Para comprender con claridad la estructura tecnológica de las usinas siderúrgicas de la región, habría sido preciso un estudio micro-técnico-económico que diera datos sobre la disponibilidad de recursos naturales, tamaño de mercado por tipo de producto y, en general, factores de referencia para situar el perfil tecnológico en el medio en que éste se ha ido configurando.

Las empresas incluidas en este estudio son: Altos Hornos de Zapla y Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina "SOMISA", de Argentina; Companhia Aços Especiais Itabira "ACESITA", Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, Companhia Siderúrgica Mannesmann, Companhia Siderúrgica Nacional "C.S.N", Companhia Siderúrgica Paulista "COSIPA", Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S.A. "USIMINAS", de Brasil; Acerías Paz del Río, de Colombia; Companhia de Acero del Pacífico "CAP", de Chile; Altos Hornos de México "AHMSA", Fundidora de Monterrey, Hojalata y Lámina S.A., HYLSA, Puebla, Siderúrgica Lázaro Cárdenas, Las Truchas. "SICARTSA" y Tubos de Acero de México "TAMSA", de México; Empresa Siderúrgica del Perú "SIDERPERU", de Perú; y CVG Siderúrgica del Orinoco C.A. "SIDOR", de Venezuela.

En el Cuadro N°1, inserto en la página siguiente, se ha medido el retardo en la utilización de algunos de los procesos siderúrgicos en las empresas enumeradas anteriormente, como diferencia entre la fecha de su primera utilización a escala industrial en cualquier país del mundo y la de su empleo en las empresas siderúrgicas integradas latinoamericanas.

La industria integrada del acero se establece en América Latina en 1903, en México, de manera que se ha tomado como punto de partida esa fecha para analizar el primer período (1903-1960). En esos 57 años se introducen importantes innovaciones técnicas en la fabricación del acero. Entre ellas se pueden destacar la sinterización (1906), el desarrollo de laminadores continuos (1926), convertidores de oxígeno y colada continua (1952), sistemas de reducción directa de minerales de hierro (1957) y reducción en horno eléctrico (1920).

CUADRO N° 1

RETARDO EN LA IMPLANTACION DE PROCESOS SIDERURGICOS EN AMERICA LATINA (1)

	PROCESOS	SIDERURGIA MUNDIAL		SIDERURGIA AMERICA LATINA			Retardo (años)	
		Año	País	Año	País	Empresa		
1.	A2	Coquización Horno colmena	1700	Inglaterra	1903	México	Fundidora Monterrey	203
2.	A4	Alto Horno mampostería metálica	1730	Inglaterra	1903	México	Fundidora Monterrey	173
3.	A5	Alto Horno carbón vegetal	1830	Suecia	1945	Argentina	Altos Hornos Zapla	115
4.	B1	Siemens Martin	1864	RFA y Francia	1903	México	Fundidora Monterrey	39
5.	B4	Horno de aceración Thomas	1879	Inglaterra	1945	Argentina	Altos Hornos Zapla	66
6.	B3	Horno eléctrico	1899	Francia	1950	México	HYLESA	51
7.	A3	Sinterización	1906		1946	Brasil	CSN Volta Redonda	40
8.	A7	Reducción en Horno eléctrico	1920		1956	Brasil	Mannesmann	36
9.	D2	Laminación continua banda ancha en caliente	1926	U.S.A.	1961	Argentina	SOMISA	35
10.	D4 (54)	Laminadores Sendzimir	1930		1973	México	AHNSA	43
11.	E1 (58)	Galvanizado continuo	1934	U.S.A.	1968	Perú	SIDERPERU	34
12.	E1 (57)	Estañado electrolítico	1937	U.S.A.	1956	Brasil	CSN Volta Redonda	19
13.	D4	Laminador continuo en frío	1943		1964	Brasil	COStPA	21
14.	A4 ( 9)	Dispositivos contrapresión en Alto Horno	1944	U.S.A.	1971	México	AHNSA	27
15.	A4 ( 7)	Uso petróleo en Alto Horno	1946	U.S.A.	1960	México	AHNSA	14
16.	B1 (23)	Empleo oxígeno en Siemens Martin	1946	U.S.A.	1962	Brasil	CSN Volta Redonda	16
17.	B1 (22)	Siemens Martin Bóveda Básica	1947	U.S.A.	1960	Brasil	CSN Volta Redonda	13
18.	A4 (10)	Alta temperatura Alto Horno	1951	U.S.A.	1962	Chile	CAP	11
19.	B2	Convertidor Oxígeno	1952	Austria	1957	Brasil	Belgo Mineira	5
20.	C2	Colada continua	1952	Austria	1966	Perú	SIDERPERU	14
21.	A6 (17)	Sistema Reducción Directa H y L	1957	México	1957	México	HYLESA	0
22.	A8	Sistemas control ambiental	1957	Inglaterra	1971	México	AHNSA	14
23.	A4 ( 8)	Uso de oxígeno en Alto Horno	1960	U.S.A.	1969	Brasil	USIMINAS	9
24.	A5 ( 4)	Uso de petróleo en Alto Horno carbón vegetal	1962	Austria	1963	Argentina	Altos Hornos Zapla	1
25.	A6 (16)	Sistema Reducción Directa SL/RN	1962	Canadá	1977	Perú	SIDERPERU	15
26.	B3 (28)	Horno de Ultra Alta Potencia	1962		1970	México	HYLESA	8
27.	B5 (37)	Desgasificación en vacío	1961	Suecia	n/d			
28.	C2 (42)	Colada continua secuencial	1962		1969	Perú	SIDERPERU	7
29.	D2 (50)	Dispositivos antitorsión en laminadores	1963		1970	Brasil	Mannesmann	7
30.	D2 (48)	Laminadores tipo X	1964		1970	Brasil	Mannesmann	6
31.	A2 ( 4)	Apagado en seco del coque	1968	URSS y Europa	Todavía no			
32.	A4 (12)	Gran tamaño de Altos Hornos	1968	Japón	1974	Brasil	USIMINAS	6
33.	A6 (18)	Reducción directa MIDREX	1969	U.S.A.	1976	Venezuela	SIDOR	7
34.	A2 ( 3)	Precalentamiento carbón	1970	U.S.A.	Todavía no			
35.	B4 (36)	Convertidor LWS	1970	Francia	1977	Colombia	Paz del Río	7
36.	A2 ( 2)	Briquetado del carbón	1971	Japón	Todavía no			
37.	A2 (19)	Reducción Directa HIB	1972	Venezuela	1972	Venezuela	Orinoco M.C.	0
38.	B2 (27)	Control dinámico convertidor oxígeno	1972	Japón	Todavía no			
39.	A4 (11)	Carga continua Alto Horno	n/d		1974	Brasil	USIMINAS	
40.	A5 (13)	Uso sinter o pellets Alto Horno carbón vegetal	n/d		1948	Argentina	Altos Hornos Zapla	
41.	B2 (24)	Precalentamiento carga convertidor oxígeno	n/d		1970	Brasil	Cía. Sid. Mannesmann	

(1) Se ha considerado en lo posible la fecha de implantación a escala industrial y no la de invención o patente

Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras obtenidas

El retardo promedio con que se adoptaron dichos procedimientos y los demás señalados en el Cuadro fue del orden de 21 años.

Antes de la Segunda Guerra Mundial sólo existían dos empresas siderúrgicas: Fundidora Monterrey (1903) y Belgo Mineira (1937); otras se instalan durante la guerra, o inmediatamente a continuación de ella: Altos Hornos de Zapla (1945), AHMSA (1944), C.S.N. y ACESITA (1946); y un tercer grupo comienza a operar entre 1950 y 1965: CAP e HYLSA (1950), TAMSA y Mannesmann (1954), Paz del Río (1955), SIDERPERU (1956), SOMISA (1960), SIDOR y USIMINAS (1962) y COSIPA (1965).

Si se toman las innovaciones anotadas entre 1943 y 1965, el retardo baja a 11 años aproximadamente. Esas fechas corresponden, como se ha dicho, al lapso en que inician su operación la mayoría de las usinas siderúrgicas integradas de la región.

En el lapso de los últimos 16 años (1960-1975) se manifiesta un nuevo y significativo descenso en el retardo tecnológico, ya que el indicador que se ha definido llega a alrededor de 7 años. Sin embargo, de los 16 procesos tecnológicos que se han analizado para esos años, un 25% todavía no se utiliza en las empresas estudiadas. Ello se refiere a técnicas de coquización y operación del convertidor de oxígeno.

La conclusión a que se llega examinando el comportamiento del retardo en la adopción de tecnologías es positiva, por cuanto el indicador señala una aceleración de la velocidad de empleo de los procesos "modernos" en la industria siderúrgica integrada latinoamericana.

Cabe explicar que el término moderno tiene un sentido estrictamente relativo, dado que los procesos tienen en muchos casos empleos alternativos y se eligen en función de su eficiencia técnico-económica, para un conjunto de recursos y materias primas, y del tamaño de las unidades productivas. Hay sistemas como la reducción directa y el alto horno que se podrán ocupar opcionalmente, dependiendo su éxito de condiciones locales específicas.

Por otra parte, el método de medición del retardo en la forma de simple promedio de diferencia de fecha inicial de uso en escala industrial en cualquier parte del mundo y en América Latina, presenta serias restricciones para una comprensión cabal del desarrollo tecnológico de la región. Estas se refieren básicamente a su limitación para precisar el grado de uso de una determinada tecnología, tanto a nivel mundial como latinoamericano.

Así, por ejemplo, existe más de un caso en que innovaciones aplicadas industrialmente quedan relegadas a usos muy particulares o locales. El horno Thomas de aceración tiene su mayor empleo en minerales con muy alto contenido de fósforo y por ello su utilización ha sido restringida tanto en América Latina como en el resto del mundo.

Para apreciar el grado de difusión que han tenido las tecnologías siderúrgicas en América Latina, se ha confeccionado el Cuadro N°2, que proporciona información sobre el uso de los principales procesos e innovaciones. Los datos se han clasificado para cada uno de los siete países que tienen plantas siderúrgicas integradas en latinoamérica, de acuerdo con la nómina presentada en el Capítulo II, para cuatro períodos anuales: 1960, 1970, 1975 y 1985.

Cuadro 2

ESTRUCTURA TECNICA DE LA PRODUCCION LATINOAMERICANA DE FIERRO Y ACERO  
(toneladas)

Nota: Todos los antecedentes se refieren sólo a plantas integradas en producción en 1976

	ARGENTINA				BRASIL				COLOMBIA				
	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	
A PRODUCCION FIERRO PRIMARIO (Ton)	181.900	810.300	1.042.750	2.950.000	1.174.800	2.967.900	4.502.300	12.450.000	176.200	229.300	296.800	880.000	
A2 Coquización (Ton)	175.370	441.700	671.880	1.433.500	704.000	1.615.000	2.214.000	5.600.000	180.000	230.000	240.000	450.000	
A2 (2) Formado del coque	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	No	No	No	No	
A2 (3) Precalentamiento carbón	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	No	No	No	No	
A2 (4) Apagado en seco	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	No	No	No	No	
A3 Sinterización (Ton)	No	No	443.000	3.620.000	210.000	2.690.000	5.764.000	16.200.000	No	360.000	380.000	450.000	
A4 Alto horno carbón mineral (Ton)	121.900	712.300	960.750	2.750.000	784.000	2.327.000	3.419.800	10.100.000	176.200	229.300	296.800	880.000	
Número altos hornos	1	1	2	2	2	5	8	8	1	1	1	2	
Capacidad máxima unitaria ton/día			3.600	5.000	1.400	2.000	5.900	6.500	600	600	800	2.000	
A4 (7) Uso petróleo kg x ton arrabio	No	50	65	65	No	40 a 70	40 a 70	SI	No	No	40	40	
A4 (8) Uso oxígeno	No	No	No	n/d	No	SI	SI	SI	No	No	No	n/d	
A4 (9) Dispositivos de contrapresión	No	No	No	n/d	No	SI	SI	SI	No	No	No	No	
A4 (10) Alta temperatura aire insuflado	n/d	980°C	1.150°C	n/d	900°C	980°C	1.150°C	1.350°C	700°C	700°C	700°C	n/d	
A4 (11) Carga continua	No	No	No	n/d	No	SI	SI	SI	No	No	No	No	
A5 Alto horno carbón vegetal (Ton)	60.041	98.000	82.000	220.000	320.000	510.000	897.000	1.400.000	No	No	No	No	
Número de altos hornos	2	4	4	5	5	6	6	7	-	-	-	-	
Capacidad máxima unitaria ton/día	60	150	150	250	300	600	800	900	-	-	-	-	
A5 (14) Uso combustibles auxiliares	No	40 a 50	40 a 50	n/d	No	Oxígeno 31 Petróleo 40	Oxígeno 31 Petróleo 40	Oxígeno Petróleo SI	-	-	-	-	
(15) Alta temperatura aire insuflado	n/d	n/d	n/d	n/d	700°C	800°C	950°C	n/d	-	-	-	-	
A6 Reducción Directa (Ton)	No	No	No	No	No	No	No	300.000	No	No	No	No	
(16 al 19) Sistemas empleados	-	-	-	-	-	-	-	Midrex	-	-	-	-	
A7 (20) Reducción en horno eléctrico (ton)	No	No	No	No	70.800	130.900	185.500	650.000	No	No	No	No	
B PRODUCCION ACERO CRUDO (Ton)	No	1.040.300	1.238.400	4.230.000	1.605.700	4.052.500	5.462.000	16.200.000	172.300	270.000	266.600	1.000.000	
B1 Siemens Martin (ton)	No	920.000	683.000	900.000	1.205.700	1.717.800	1.711.000	1.000.000	No	No	No	No	
B1 (22) Empleo de oxígeno	No	SI	SI	SI	No	SI	SI	SI	-	-	-	-	
Convertidor de oxígeno (Ton)	No	No	450.000	3.000.000	235.000	1.986.700	3.422.000	14.750.000	No	No	No	No	
Número convertidores	No	No	2	3	2	8	13	20	-	-	-	-	
Capacidad unitaria máxima (ton/colada)	No	No	160	160	30	75	160	200	-	-	-	-	
(25) Operación por computadora	No	No	No	SI	No	No	SI	SI	-	-	-	-	
B3 Horno eléctrico (Ton)	No	17.400	46.800	60.000	165.000	348.000	329.000	450.000	35.700	40.000	40.000	40.000	
(28) Capacidad máxima transformador (KVA)	No	4.000	4.000	8.000	8.000	10.000	10.000	20.000	4.000	8.000	8.000	8.000	
B4 (36) Otros hornos de aceración (Ton)	Thomas	22.900	58.600	270.000	Bessemer en duplex n/d	No	No	No	Thomas	136.600	230.000	226.000	LMS. 960.000
C TRANSFORMACION A SEMITERMINADOS													
C1 Laminadores de desbaste (Ton)	No	875.900	745.970	2.800.000	1.156.000	3.028.000	4.681.000	620.000	146.500	230.000	220.000	1.000.000	
C2 Colada continua (Ton)	No	No	310.000	1.000.000	No	No	No	6.900.000	No	No	No	En estudio	
Planchones: Número, capacidad máxima de la mayor	No	No	No	No	No	No	No	(8) 1.200.000	No	No	No	No	
Palanquillas: Número, capacidad máxima de la mayor	No	No	(2) 550.000(2)	550.000	No	No	No	No	No	No	No	En estudio	
D LAMINACION													
D1 Planos en caliente. Del orden de 1 millón ton. capacidad	No	No	(1) 1250.000	n/d	No	(1) 960.000 (1)	960.000	(4) 1.600.000 (Plancha gruesa)	No	No	No	No	
Continuo de alambón	No	No	(1) 500.000	n/d	No	No	(1) 600.000	(1) 600.000	No	No	No	No	
D4 Planos en frío. Capacidad máxima unitaria ton/año	No	No	(1) 500.000	n/d	No	(1) 500.000 (1)	500.000	(3) 500.000	No	No	No	300.000	
E1 (57) Hojalara electrolítica. Número y capacidad máxima	No	(1) 110.000(1)	110.000	n/d	(1) 100.000(2)	150.000 (3)	150.000	(6) 200.000	No	No	No	No	
E1 (58) Galvanizado continuo	No	No	No	No	No	No	(1) 150.000	(3) 150.000	No	No	No	No	
Recocido continuo	No	No	No	n/d	No	No	No	SI	No	No	No	No	
Tubos sin costura	No	No	No	No	40.000	62.400	118.000	450.000	No	No	No	No	

CUADRO N° 2

(Continuación)

	CHILE				MEXICO				PERU				VENEZUELA			
	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985
	265.900	481.100	416.500	1.800.000	783.000	2.260.600	2.961.200	10.500.000	38.540	65.500	300.000	2.350.000	No	509.700	534.600	4.200.000
	295.000	290.000	250.500	n/d	480.000	1.180.000	1.409.000	4.000.000	No	No	No	1.140.000	No	No	No	No
	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	-	-	-	n/d	-	-	-	-
	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	-	-	-	n/d	-	-	-	-
	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	-	-	-	n/d	-	-	-	-
	No	No	No	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	No	No	No	n/d	-	427.000	475.000	500.000
	265.900	481.100	416.500	1.800.000	669.300	1.645.100	2.047.800	8.000.000	No	84.280	300.000	2.255.000	No	No	No	No
	1	2	2	3	5	6	7	9	-	1	1	3	-	-	-	-
	900	1.250	1.400	2.600	1.100	1.550	2.400	4.500	-	800	1.000	3.000	-	-	-	-
	No	45	40 a 60	SI	No	40	45	50	-	45	45	SI	-	-	-	-
	No	No	No	SI	No	No	No	n/d	-	No	No	n/d	-	-	-	-
	No	No	No	SI	No	No	SI	SI	-	No	No	n/d	-	-	-	-
	950°C	1.050°C	1.050°C	n/d	900°C	1.900°C	1.100°C	1.215°C	-	800°C	900°C	1.100°C	-	-	-	-
	No	No	No	No	No	No	No	SI	-	No	No	SI	-	-	-	-
	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	No	No	No	n/d	114.700	615.500	913.400	2.500.000	No	No	No	100.000	No	No	No	8.600.000
	-	-	-	n/d	H y L	H y L	H y L	H y L	-	-	-	SL/RN	-	-	-	H y L y Midrex
	-	-	-	No	No	No	No	No	38.540	1.300	No	No	-	509.700	534.800	600.000
	430.000	547.000	458.000	2.000.000	1.252.400	3.319.200	4.192.000	13.300.000	59.800	94.390	407.000	2.450.000	-	789.000	919.300	4.800.000
	430.000	547.000	458.000	200.000	887.400	2.284.200	2.205.000	1.500.000	No	No	No	No	-	789.000	919.300	1.200.000
	No	SI	SI	SI	No	SI	SI	SI	No	-	-	-	-	SI	SI	SI
	No	No	No	1.800.000	No	No	687.000	9.300.000	No	58.690	270.000	2.200.000	No	No	No	No
	-	-	2	3	-	-	3	12	No	2	2	5	-	-	-	-
ada)	-	-	100	100	-	-	70	150	-	30	30	100	-	-	-	-
	-	-	No	SI	-	-	No	SI	-	No	No	n/d	-	-	-	-
	No	No	No	n/d	365.000	1.035.000	1.300.000	2.500.000	59.800	33.500	137.000	250.000	No	No	-	3.600.000
A)	-	-	-	n/d	25.000	30.000	35.000	40.000	8.000	15.000	15.000	n/d	-	-	-	85.000
	No	No	No	No	No	No	No	No	(Bessemer)	2.200	No	No	No	No	No	No
	341.800	487.800	390.000	750.000	1.050.000	2.800.000	3.550.000	11.500.000	50.800	n/d	257.100	400.000	-	693.000	800.000	1.000.000
	No	No	No	1.100.000	No	248.000	300.000	2.525.000(1980)	No	n/d	124.300	1.700.000	No	No	No	3.600.000
mayor	No	No	No	n/d	No	No	No	(1) 750.000	No	No	No	(3) n/d	-	-	-	(3) 800.000
a mayor	No	No	No	n/d	No	(2) 175.000	(2) 175.000	(5) 475.000	No	SI	(1)135.000	(3) n/d	-	-	-	(3) 400.000
l millón	No	No	No	(1) 1.500.000	No	No	(1) 1.400.000	SI	-	-	-	(1)1.100.000	No	No	(1)1.500.000	(1)2.100.000
d	No	No	No	n/d	No	No	(1) 500.000	(1) 500.000	-	-	-	n/d	No	No	No	(1) 370.000
unitaria	No	(1) 300.000	(1)300.000	n/d	No	No	No	(1) 800.000	-	-	-	(1) 540.000	No	No	(1) 450.000	(2) 725.000
xima	No	(1) 80.000	(1) 80.000	n/d	(1) 72.000	(2) 84.000	(3) 100.000	n/d	No	No	No	(2) 130.000	No	No	(1) 140.000	(2) 150.000
	No	No	No	n/d	No	No	No	n/d	No	25.000	25.000	n/d	No	No	No	No
	No	No	No	n/d	(2) 138.200	(2) 138.200	(3) 138.200	(4) n/d	No	No	No	n/d	No	No	No	No
	No	No	No	No	108.000	180.000	230.000	340.000	No	No	No	No	-	129.100	93.600	230.000

ase de cifras obtenidas.

El interés básico de la información del Cuadro N°2, reside en que no sólo se detecta la existencia o no de los procesos más relevantes, sino que además se puede visualizar el impacto que cada uno de ellos ha tenido en la producción regional. El Cuadro N°3 resume la información cuantitativa y presenta las proporciones que corresponden a los diferentes métodos o procesos de producción de acero, concentrados en tres grandes rubros: fierro primario, acería y transformación a semiterminados.





CUADRO N° 3  
(continuación)

	MEXICO				PERU				VENEZUELA			
	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985
PRODUCCION FIERRO PRIMARIO (Ton)	784.000	2.260.600	2.961.200	10.500.000	38.540	85.500	300.000	2.350.000 (1989)	-	509.700	534.600	4.200.000
% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100
Alto Horno carbón mineral (Ton)	669.300	1.645.100	2.047.800	8.000.000	-	84.280	3.000.000	2.255.000	-	-	-	-
% sobre total Fierro Primario	85	73	69	76	-	99	100	96	-	-	-	-
Alto Horno carbón vegetal (Ton)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% sobre total Fierro Primario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reducción Directa (Ton)	114.700	615.500	913.400	2.500.000	-	-	-	100.000	-	-	-	3.600.000
% sobre total Fierro Primario	15	27	31	24	-	-	-	4	-	-	-	86
Reducción Horno Eléctrico (Ton)	-	-	-	-	38.540	1.300	-	-	-	509.700	534.600	600.000
% sobre total Fierro Primario	-	-	-	-	100	1	-	-	-	100	100	14
PRODUCCION ACERO CRUDO (Ton)	1.252.400	3.319.200	4.192.000	13.300.000	59.800	94.390	407.000	2.450.000 (1989)	-	789.000	919.300	4.800.000
% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100
Siemens Martin (Ton)	887.400	2.284.200	2.205.000	15.000.000	-	-	-	-	-	789.000	919.300	1.200.000
% sobre total Acero Crudo	71	69	53	11	-	-	-	-	-	100	100	25
Convertidor de oxígeno (Ton)	-	-	687.000	9.300.000	-	58.690	270.000	2.200.000	-	-	-	-
% sobre total Acero Crudo	-	-	16	70	-	62	66	90	-	-	-	-
Horno Eléctrico (Ton)	365.000	1.035.000	1.300.000	2.500.000	59.800	33.500	137.000	250.000	-	-	-	3.600.000
% sobre total Acero Crudo	29	31	31	19	100	36	34	10	-	-	-	75
						(Bessemer)						
Otros Hornos Aceración (Ton)	-	-	-	-	-	2.200	-	-	-	-	-	-
% sobre total Acero Crudo	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
TRANSFORMACION A SEMITERMINADOS (Ton)	1.050.000	3.048.000	3.850.000	14.025.000	50.800	n/d	381.400	2.400.000 (1989)	-	693.000	800.000	4.600.000
% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100
Laminadores de desbaste (Ton)	1.050.000	2.800.000	3.550.000	11.500.000	50.800	n/d	257.100	300.000	-	693.000	800.000	1.000.000
% sobre total semiterminados	100	92	92	82	100	-	67	12	-	100	100	22
Colada continua (Ton)	-	248.000	300.000	2.525.000 (1980)	-	n/d	124.300	2.100.000	-	-	-	3.600.000
% sobre total semiterminados	-	8	8	18	-	-	33	88	-	-	-	78

Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras obtenidas.

Nota: Todos los antecedentes se refieren a plantas integradas en producción en 1976.

Puesto que un exámen de todas las tecnologías siderúrgicas resulta sumamente engorroso y que los antecedentes logrados tampoco son completos, se ha centrado el análisis en lo que se podrían denominar procesos esenciales.

En los párrafos que siguen se efectúa un balance de la producción de fierro primario, sistema de aceración y de reducción a semiterminados, comparando la estructura productiva de la región con la del resto del mundo y de los países industrializados.

#### A. Producción de fierro primario

En la práctica existen cuatro opciones o formas de reducir el mineral de fierro a arrabio o fierro esponja: alto horno a coque mineral, alto horno a carbón vegetal, procesos de reducción directa y reducción en horno eléctrico.

Hasta el momento en el mundo ha existido un total predominio del alto horno a coque mineral sobre todos los otros sistemas. Así, de 469 millones de toneladas de fierro primario fabricadas en 1975, un 97% ha correspondido a arrabio de alto horno y en años anteriores el porcentaje fue aún más elevado, porque la reducción directa todavía no se había desarrollado en forma significativa. Hacia el futuro se estima que los diferentes procesos de reducción directa crecerán más aceleradamente que el alto horno, pero sin llegar en ningún caso a superar el 10% de la fabricación de fierro primario antes de 1990.

En América Latina la situación se presenta en la forma siguiente:

Procesos	Producción Fierro Primario (Miles de ton)							
	1960		1970		1975		1985	
	Produc- ción	%	Produc- ción	%	Produc- ción	%	Produc- ción	%
Alto horno a coque	2.017	77	5.479	75	7.442	74	25.785	73
Alto horno a car- bón vegetal	380	15	608	8	979	10	1.620	5
Horno eléctrico	109	4	642	9	720	7	1.250	4
Reducción directa	115	4	616	8	913	9	6.500	18
<b>TOTALES</b>	<b>2.621</b>	<b>100</b>	<b>7.345</b>	<b>100</b>	<b>10.054</b>	<b>100</b>	<b>35.155</b>	<b>100</b>

Fuente: Cuadro 3, págs. 69 y 70.

Nota: Las cifras se refieren unicamente a las empresas integradas incluidas en este estudio.

La estructura de elaboración de fierro primario en Latinoamérica difiere de las proporciones mundiales, fundamentalmente por la existencia de recursos naturales que han definido soluciones ligadas a esos recursos. El alto horno a carbón vegetal se emplea únicamente en Brasil y Argentina, en zonas de grandes bosques, y la reducción en horno eléctrico se hace hoy día sólo en Venezuela y Brasil, donde los recursos de energía eléctrica de origen hidráulico son enormes. Por otra parte, el proceso de reducción directa desarrollado en México (H y L), también se basa en la existencia de gas natural de hidrocarburos. En este sentido, la elección de procesos en la región ha estado muy directamente conectada con la disponibilidad local de insumos básicos.

En cuanto a las tecnologías específicas y los equipos con que se operan cada uno de los procesos de reducción del mineral, se puede señalar respecto a ellas lo que sigue:

#### Altos hornos a coque

Para el conjunto de las empresas integradas que se han estudiado, habían 10 altos hornos en 1960; 16 en 1970, 21 en 1975 y, con bastante certeza, existirán 27 en 1985.

Los altos hornos de la región han seguido, en general, las mismas pautas que se observa en la operación de los más modernos altos hornos del resto del mundo, pero con cierto grado de retraso.

Como se puede notar en el Cuadro N°4, en 1960 las productividades de los altos hornos de la región eran ligeramente superiores a 1 ton/m<sup>3</sup>/día y los consumos específicos de coque oscilaban entre 750 a 1.000 kg de coque por tonelada de arrabio, sin que todavía se empleara petróleo. En 1970, ya se habían instalado algunos altos hornos de mayor tamaño, aunque relativamente pequeños aún frente a la tendencia mundial que en esa época comienza a manifestarse. Varios usan petróleo como combustible y la productividad aumenta a cerca de 1,5 toneladas por metro cúbico de volumen útil y por día, con reducciones importantes en el consumo de coque por tonelada de arrabio producida. El año recién pasado encuentra en operación hornos mayores, de diseño moderno y con diversas innovaciones tecnológicas, principalmente en Brasil. La productividad de los altos hornos mejor operados alcanza a

## Cuadro N° 4

## Altos hornos a coque en América Latina

	1970					1970					1975					
	#	Vol. Útil	T/m <sup>3</sup> /día	Coque	Petróleo	#	Vol. Útil	T/m <sup>3</sup> /día	Coque	Petróleo	#	Vol. Útil	T/m <sup>3</sup> /día	Coque	Petróleo	Temperatura
ARGENTINA																
SOMISA # 1	8,50	1153	n/d	1.000	-	8,50	1153	1,72	575	55	8,99	1300	1,48	490	53	9800
SOMISA # 2		---					---				9,75	1991	1,10	610	44	1.1500
BRASIL																
USIMINAS #3		---									11,50	2700	2,00	440	60	1.1200
COSIPA # 1		---					---				9,09	1553				
USIMINAS #2		---				7,00	885	1,30	580	-	7,00	885	1,85	420	60	1.0000
USIMINAS # 1		---				7,30	957	1,50	550	-	7,30	957	2,00	430	60	1.0000
CSN # 1	8,38	1172	1,20	820	-	8,38	1172	1,30	650	50	8,38	1172	1,36	560	50	9000
CSN # 2	8,06	1105	1,10	820	-	8,06	1105	1,25	650	50	8,56	1378	1,30	560	50	9000
COLOMBIA																
PAZ DEL RIO	5,60	554	0,90	1.000	-	5,94	689	0,95	1000	-	5,94	689	1,20	800	-	7000
CHILE																
CAP # 1	6,32	712	1,19	750	-	6,32	712	1,68	590	45	6,32	712	1,75	550	50	1.0500
CAP # 2		---				6,32	715	1,70	590	45	6,32	715	1,75	550	50	1.0500
MEXICO																
AHMSA # 1	4,74	400	1,05	850	-	5,18	477	1,20	720	-	5,18	477	1,36	660	42	6000
AHMSA # 2	6,40	740	1,10	850	-	6,63	797	1,20	720	-	6,63	797	1,37	660	42	9000
AHMSA # 3	--					6,68	840	1,20	720	-	7,40	1030	1,36	660	42	1.0000
AHMSA # 4	--						---				7,50	1033	1,50	660	42	1.0400
FUNDID.# 1												---				
FUNDID.# 2	4,70	400	1,0	900	-	5,33	544	1,10	700	-	5,33	544	1,22	650	n/d	9000
FUNDID.# 3	--					8,53	1153	1,30	600	40	8,90	1399	1,64	510	48	1.1000
PERU																
SIDERPERU	--					5,00	460	1,20	650	-	5,00	460	1,89	500	45	9000

Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras obtenidas

cifras próximas a 2 toneladas/m<sup>3</sup>/día, cercanas a las de los grandes altos hornos de Japón (Cuadro N° 5).

CUADRO N° 5

OPERACION ALTOS HORNOS EN JAPON (1974)

	<u>Ø</u>	<u>Volumen interior</u>	<u>Ton/m<sup>3</sup>/día</u>	<u>Coque/ton</u>	<u>Petróleo por ton</u>	<u>t°</u>
KIMITSU # 3	13,4	4.063	2,41	388	73,9	1.272
TOBATA # 4	13,5	3.799	2,24	410	63,5	1.246
OITA # 1	14,0	4.158	2,09	421	68,6	1.238
FUKUYAMA # 4	13,8	4.197	2,17	429	57,4	1.196
FUKUYAMA # 5	14,4	4.617	2,24	409	59,4	1.238
KASHIMA # 2	13,8	4.080	2,05	429	42,7	1.216
MISUSHIMA # 4	14,4	4.323	2,23	425	68,3	1.253
KAKOGAWA # 2	13,2	3.850	1,96	448	39,1	1.152

Fuente: Japan Iron and Steel Federation, Informe operaciones altos hornos, enero-diciembre 1974.

Las perspectivas para el futuro inmediato muestran grandes progresos en C.S.N. Volta Redonda, USIMINAS y COSIPA en Brasil y AHMSA, SICARTSA y Fundidora en México. Técnicas de alimentación continua, alta temperatura de soplo, inyección de oxígeno y uso de materiales aglomerados serán normales en las operaciones de esos altos hornos. Mención aparte debe hacerse de las coquerías latinoamericanas, en las que no se experimentan aun todos los desarrollos que están marcando pautas en el resto del mundo. Técnicas de apagado en seco, precalentamiento del carbón y formado (briquetado) del coque aún no se emplean en la región.

## Altos hornos a carbón vegetal

Como se ha indicado, este tipo de horno de reducción se ocupa en Argentina y Brasil, por contar estos países con reservas forestales adecuadas para la producción de carbón vegetal. En el resto del mundo su empleo está limitado a algunos países europeos y su producción alcanza a más o menos el 1% del total mundial.

Los perfeccionamientos aplicados al alto horno de coque también han sido en su gran mayoría usados en los altos hornos a carbón. Se ha aumentado el tamaño de los altos hornos - en 1977 ACESITA proyecta poner en marcha uno de 900 ton/día de capacidad -; desde 1963 se está inyectando petróleo; se cargarán próximamente con el sistema de banda continua y, progresivamente ha aumentado la temperatura del aire insuflado.

En 1960 existían 7 altos hornos a carbón y para 1985 se estima que habrán 12.

## Horno eléctrico de reducción

Ya se señaló que este proceso sólo se utiliza en Venezuela y Brasil, aunque antes lo empleó Perú, abandonándolo cuando entró en operación su alto horno a coque.

Venezuela ha decidido en su plan de ampliación mantener los hornos eléctricos de reducción al nivel de su capacidad actual, absorbiendo sus mayores necesidades de



fierro primario con el sistema de reducción directa. Mannesmann, en Brasil, instalaría un nuevo horno eléctrico, completando 3 y operándolo en combinación con un alto horno a carbón vegetal.

Las innovaciones más importantes en este proceso es el empleo de material aglomerado e inyección de oxígeno, técnicas ya usadas en latinoamérica.

La difusión del horno eléctrico de reducción ha sido limitada en el mundo, seguramente por su consumo simultáneo de coque y energía eléctrica.

### Reducción directa

Este proceso se ha difundido rápidamente en los últimos años, aún cuando desde 1957 ya se empleaba en escala industrial en México. Las dificultades para obtener carbones coquizables y chatarra a buen precio, ha fortalecido la expansión del proceso en diversas partes del mundo.

Existen varios sistemas de reducción directa y entre ellos se destacan, por los tonelajes producidos, el H y L (Mexicano), SL/RN, Midrex, HIB, NKK, ARMCO, El Kem, KAWASAKI, HOGANAS, PUROFER y KRUPP. Las diferencias más significativas en los procesos se refieren al tipo de reductor usado (gas natural o gas de combustibles sólidos), al tipo de lecho (fijo o fluido) o que el horno sea rotatorio o fijo.

Tomando en consideración sólo las empresas incluidas en el presente estudio, las cifras de producción de fierro esponja en América Latina son de: 114.700, 615.500 y 913.400 toneladas en 1960, 1970 y 1975, respectivamente. Todas ellas corresponden a México, único productor a esa fecha. Para 1985, sin embargo, se proyecta producir en las mismas empresas consideradas, 6.500.000 toneladas de fierro esponja, o sea, del orden del 18,6% del total de fierro primario de la región.

## B. Aceración

El arrabio y el hierro esponja deben ser sometidos a procesos de descarburación o eliminación parcial del carbono para convertirse en acero. Los procesos más empleados hoy en día son: Siemens Martin, Convertidores de oxígeno, horno eléctrico y otros hornos convertidores con aire, (Thomas, Kaldo, Bessemer, etc). Desde 1960 los convertidores de oxígeno han tenido un incremento espectacular, como se puede apreciar en las cifras del Cuadro N°6.

## Cuadro N° 6

PRODUCCION DE ACERO BRUTO POR PROCESOS  
(en porciento del total)

	Convertidores de oxígeno				Siemens Martin				Horno eléctrico				Otros (Thomas, Bessemer)			
	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985	1960	1970	1975	1985
Total del mundo	4	40	51	66	72	40	28	7	10	15	19	25	14	5	2	1
Comunidad Europea (6 países)	2	46	66	n/d	30	20	10	n/d	10	14	18	n/d	50	20	6	n/d
Estados Unidos de Norteamérica	3	48	62	n/d	87	37	19	n/d	9	15	19	n/d	-	-	-	-
Japón	n/d	79	83	n/d	n/d	4	1	n/d	n/d	17	16	n/d	n/d	-	-	-

08

Fuente: ILAF, Procentajes de producción mundial y proyecciones; cifras por regiones; Eisen und Stahl, estadísticas 1976.

Los aumentos experimentados en el convertidor de oxígeno denominado CONOX, LD o BOF, se han efectuado a costas del Siemens Martin y de las acerías Thomas o Bessemer, dado que el horno eléctrico de aceración también ha aumentado su participación en el total de acero producido.

Las mayores innovaciones en la acería de oxígeno son el control dinámico de la operación, con lo que se disminuye significativamente el consumo de refractarios, el precalentamiento de la carga sólida y la utilización de los gases como combustibles, resolviendo así el problema energético y de contaminación ambiental.

En América Latina, la estructura de producción de acero por sistema de aceración es:

#### CUADRO N°7

##### PRODUCCION DE ACERO POR PROCESO EN AMERICA LATINA

(miles de toneladas y porcentajes)

	<u>1960</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1985</u>
Acero crudo total	3.520	10.112	12.943	43.980
% del total	100	100	100	100
Siemens-Martin	2.523	6.258	5.976	4.800
% del total	71	62	46	11
Convertidor oxígeno	235	2.046	4.829	31.050
% del total	7	20	37	71
Horno eléctrico	626	1.494	1.853	6.900
% del total	18	15	14	16
Otros hornos (Thomas)	137	315	285	1.230
% del total	4	3	2	2

Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras obtenidas.

Los primeros convertidores de oxígeno son introducidos en América Latina con un retardo de sólo 5 años, en relación a su primer uso a escala industrial. Fue la Compañía Siderúrgica Belgo Mineira de Brasil la que empleó este sistema en 1957, al poner en operación 2 convertidores LD de 35 toneladas por colada cada uno.

Trece años más tarde existían 10 convertidores en funcionamiento en la región, y el año 1975 alcanzaban a 22. Para 1985 se han proyectado 43 convertidores de oxígeno. Los de mayor tamaño actualmente en uso son los argentinos y brasileños, del orden de 60 toneladas por colada.

Aunque en países industrializados hay convertidores de diferentes capacidades, los mayores llegan hasta las 400 toneladas de capacidad por colada, es decir, operando dos unidades se puede alcanzar a 5 millones de toneladas de acero por año.

En 1975, un 45% de los convertidores de oxígeno de la Región tenían dispositivos para tratar y recuperar los gases de escape. Algunos de ellos eran operados por computadora, sin que a la fecha se empleara el método de control dinámico, de desarrollo reciente en Japón. Esta forma de manejar los convertidores, con el auxilio de complejos programas de computación, se traduce en un ahorro importante de refractarios, que es uno de los elementos de mayor desgaste en el convertidor.

El ciclo de operación del convertidor es de alrededor de 40 a 45 minutos por colada y los refractarios duran

del orden de 500 a 700 coladas en las plantas más modernas. La detención obligada para el cambio de revestimiento hace necesario trabajar con 2 convertidores a lo menos. Adicionalmente se puede usar el sistema de doble recipiente, que permite cambiar completo el fondo con sus respectivos refractarios, minimizando así la paralización.

Por otra parte, los otros sistemas de aceración también han experimentado progresos, aunque no tan decisivos como en el CONOX. Por ejemplo, el horno Thomas empleado para tratar arrabios de alto contenido de fósforo y con sople de aire por el fondo, ha evolucionado en Francia y Alemania a un convertidor de oxígeno inyectado por el fondo denominado LWS (Creusot Loire - Wendel - Sidelor) y OBM o Q-BOP (Oxygen Bottom Maxhutte), respectivamente. El propósito central de estos desarrollos ha sido emplear los numerosos hornos Thomas existentes.

En la región existen proyectos definidos para transformar los hornos Thomas de Colombia y Argentina a LWS y OBM, en cada caso.

El horno Siemens Martin de solera abierta marcó una importante etapa en el mundo y en América Latina, pero ha ido descartándose rápidamente por la lentitud de su operación. Así, el período de afino sigue siendo cerca de 10 veces más lento que en el convertidor de oxígeno, pese a los mejoramientos introducidos en esa operación.

Los más importantes cambios se producen en el Siemens Martin poco después del término de la Segunda Guerra Mundial, en que se le inyecta oxígeno sobre el baño y se emplean bóvedas de refractarios básicos. Estos procesos son utilizados en Brasil, entre 13 y 16 años después.

El único sistema de aceración que no sólo se ha salvado de la competencia de los convertidores de oxígeno, sino que además ha aumentado su participación en la producción de acero en el mundo y en los países industrializados, es la acería eléctrica. En efecto, se espera que en 1985, la cuarta parte del acero en el mundo se afine en horno eléctrico y que en América Latina a lo menos mantenga su importancia actual. La expansión de la acería eléctrica está vinculada estrechamente al incremento de la producción de hierro esponja por el proceso de reducción directa, a la fabricación de aceros de calidad y a las mini plantas de acero.

Los progresos más notables del horno eléctrico de aceración son el aumento de la capacidad de los transformadores a 100 MVA con 100.000 o más Amp. por fase, el empleo de Ultra Alta Potencia (UHP), es decir, el incremento de la potencia específica aplicada al horno; la regulación rápida de electrodos (usando thiristores); mejoramiento de los refractarios; el precalentamiento de la carga, que disminuye el período de fusión y, por tanto, el consumo eléctrico (se calienta con combustibles más baratos); la operación por computadoras; el empleo de oxígeno, para aumentar la descarbonización y la depuración de los gases, evitando contaminación ambiental.



El proceso de fusión y afino en horno eléctrico tarda más o menos 2 horas, empleando una elevada cantidad de chatarra. Este último factor hace conveniente el empleo del sistema cuando hay disponibilidad de chatarra o, en su defecto, fierro esponja. El control de la calidad del acero resultante lo hace preferible en el caso de fabricación de aceros especiales o de características muy precisas.

La tecnología de operación del horno eléctrico ha evolucionado rápidamente en América Latina, habiéndose introducido gran parte de las innovaciones técnicas mencionadas. Hacia el futuro inmediato se proyecta la construcción de grandes acerías eléctricas, particularmente en Venezuela, México y Brasil, con todos los adelantos disponibles.

#### C. Transformación a semiterminados

En la siderurgia moderna el acero procedente de cualquiera de los procesos alternativos de aceración (convertidores de oxígeno Siemens-Martin, horno eléctrico, horno Thomas, etc) sigue dos caminos opcionales: desbaste, en trenes especiales para ese efecto, o colada continua.

El propósito del desbaste o la colada continua es darle al acero una forma física que permita su ulterior laminación. De acuerdo con la forma final que adopte el acero, los semiterminados serán para planos (planchones) o para productos no planos (palanquilla o tochos).

Los laminadores desbastadores son tan antiguos como la siderurgia del alto horno con mampostería metálica y han ido evolucionando en el sentido de aumentar su potencia, incrementar el diámetro de los cilindros y elevar la velocidad y versatilidad. Junto con los desbastadores se han desarrollado hornos de calentamiento de lingotes que reducen la oxidación y tienen precisas regulaciones de temperatura.

Hasta aproximadamente 1952, el paso directo del acero en estado líquido a la forma de semiterminados fue sólo una aspiración y una sucesión de ensayos más o menos afortunados y patentes. Así, ya en 1857, la colada continua fue propuesta por Henry Bessemer, pero su aplicación fue muy limitada.

Lunghans y Rossi desarrollan una máquina para planquillas con éxito industrial en Austria, Bohler, en el citado año de 1952.

Las cifras del cuadro siguiente dan una idea del crecimiento del proceso:

CAPACIDAD DE COLADA CONTINUA EN PROPORCION AL TOTAL  
DE LA CAPACIDAD DE ACERO CRUDO  
(Porcentajes)

<u>Regiones</u>	<u>1960</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>
Mundo	0,4	8,4	23
Europa	0,6	7,5	n/d
Japón	0,4	10,7	n/d
USA	0,1	9,1	n/d
URSS	0,5	8,4	n/d

La tendencia, como se puede apreciar, es francamente creciente y las proyecciones hacia el futuro hacen pensar que en 1985 se habrá llegado a cifras cercanas al 40 o 50% de la producción de semiterminados por el proceso de colada continua.

En Latinoamérica, considerando sólo las plantas integradas, la primera máquina de colada continua de palanquilla fue instalada en SIDERPERU en 1966, asociada además a una acería LD.

#### PRODUCCION DE SEMITERMINADOS EN AMERICA LATINA

(Miles de toneladas y porcentaje)

	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1985</u>
Laminador de desbaste	8.144 (97)	10.644 (93,5)	23.550 (58)
Colada continua	<u>288 (3)</u>	<u>734 (6,5)</u>	<u>17.225 (42)</u>
Totales	8.432 (100)	11.378 (100)	40.775 (100)

La evolución del proceso de colada continua en la región sigue la misma tendencia que en el resto del mundo, con un cierto retardo inicial (1970 hasta 1975) para llegar en la proyección a niveles semejantes a los de países industrializados. En cuanto a la tecnología de operación, también se ha experimentado un continuado avance.

Desde 1969 se está empleando el sistema de colada secuencial o continua-continua (SIDERPERU) y actualmente lo ocupan usinas de Argentina, Brasil, México y Perú. Las velocidades de lingoteamiento han aumentado en muchas instalaciones, alcanzando los mayores estándares internacionales.

Por otra parte, las dimensiones de las máquinas han llegado a tamaños tales que permiten producciones del orden de 1 millón de toneladas por año, lo que ha sido posible al encontrarse asociadas a acerías de oxígeno de gran capacidad. En el presente año Brasil comenzará a operar 2 unidades de ese tamaño. (CSN y USIMINAS).

Otras innovaciones como automatización y disminución del tiempo de parada de las máquinas de colada continua son usados en Latinoamérica, pero todavía en forma restringida.

Es normal que las industrias de crecimiento más dinámico en la producción sean a la vez las más abiertas a recibir las contribuciones y avances en el campo tecnológico.

En lo que sigue, se intentará analizar dicha afirmación en el caso de la industria latinoamericana del acero. Dentro de las diversas etapas de la producción siderúrgica, se ha escogido la acería como indicativa para verificar la hipótesis planteada. La elección de este proceso no es arbitraria, ya que las otras etapas son más sensibles a decisiones basadas en la existencia de recursos naturales o al tamaño del mercado. La elaboración de fierro primario, por ejemplo, con sus alternativas de alto horno, reducción directa o eléctrica, se elige frecuentemente en función de la abundancia relativa de carbón coquizable, recursos forestales o gas natural según sea la situación específica de cada país o región. Asimismo, el tipo de laminadores y sus equipos auxiliares depende, en gran medida, de la variedad y volumen de productos a fabricar, de acuerdo con la dimensión y diversidad del mercado a satisfacer.

La selección de uno u otro tipo de acería es, en general, el resultado de la evaluación de factores técnico-económicos desligados casi siempre de factores externos a las plantas (los ya mencionados recursos naturales).

El análisis que se desarrollará es en extremo simple y consiste en comparar la proporción que a cada proceso de producción de acero le ha correspondido en América Latina, en relación con la estructura porcentual de los procesos de acería empleados en la totalidad del mundo. Luego se introducirán las tasas de crecimiento de la producción de acero en cada país de la región, como elemento explicativo .

Como patrón de medida, se han escogido las cifras correspondientes a la industria siderúrgica mundial, por cuanto ellas reflejan una realidad más semejante a la que experimenta la industria regional del acero, particularmente en el caso de la acería eléctrica, vinculada estrechamente a la reducción directa. Por otra parte, la estructura de la aceración de los países más avanzados industrialmente también se refleja adecuadamente en los valores mundiales.

Como se recordará, según datos de los cuadros Nos. 6 y 7, la distribución de la producción de acero por proceso es:

Regiones	Años	Porcentaje			
		Siemens Martin	Convertidor oxígeno	Horno Eléctrico	Otros Hornos
Total mundo	1960	72	4	10	14
	1970	40	40	15	5
	1975	28	51	19	2
	1985	7	66	25	1
América Latina	1960	71	7	18	4
	1970	62	20	15	3
	1975	46	37	14	2
	1985	11	71	16	2

Tomando las diferencias absolutas de los porcentajes de cada proceso, para años iguales, se obtienen los resultados que siguen: 1960, 32 puntos; 1970, 44 puntos; 1975, 37 puntos y 1985, 19 puntos. La diferencia promedio en las cuatro fechas es de 33 puntos.

Los puntajes señalados marcan el alejamiento o acercamiento en relación al patrón mundial. Así, en 1960 Latinoamérica tenía, al igual que el resto del mundo, una marcada preferencia por la acería Siemens Martin. La rápida introducción de los convertidores de oxígeno cambia el cuadro en 1970 y 1975, donde se puede apreciar el retraso en el empleo de esa técnica en la región.

La situación en cada país de América Latina, medida en la misma forma, es decir, en contraste con la estructura mundial, es la que se indica a continuación.

	1960	1970	1975	1985	Promedio
Argentina	-	102	60	48	70
Brasil	28	22	30	49	32
Colombia	152	160	166	189	166
Chile	56	120	144	53	93
México	38	90	74	15	54
Perú	180	88	60	47	94
Venezuela	-	120	144	135	133

Los países que han tenido y tendrán una mayor semejanza con las formas de producir acero, según proceso, en el resto del mundo son: Brasil, México y Argentina, o sea, los tres mayores productores de la región.

En cuanto al dinamismo de la producción, las tasas de crecimiento acumulativas anuales son las que siguen:

	<u>Período 1960-1975</u>	<u>Período 1960-1985</u>
Argentina	-	9.2(*)
Brasil	8%	9.3%
Colombia	2,8%	7,0%
Chile	0,4%	6,1%
México	7,9%	9,5%
Perú	12,7%	15,4%
Venezuela	-	12 % (*)

(\*) 1970-1985

Perú y Venezuela aparecen con las más altas tasas de crecimiento, lo que corresponde efectivamente a un gran esfuerzo de desarrollo programado por ambos países. Siguen en dinamismo México, Brasil y Argentina con tasas muy semejantes entre ellos.

El caso de Perú es digno de ser destacado puesto que comienza con una pequeña planta siderúrgica a la que, sin embargo, pronto se le incorporan procesos como colada continua, ácería de oxígeno y otras innovaciones tecnológicas. Esto lleva a rápidos aumentos de producción, en particular, en los últimos años. Venezuela, por otro lado, se encuentra desarrollando un ambicioso plan siderúrgico, con miras a ampliar su capacidad instalada a niveles competitivos internacionales.

Con las dos excepciones señaladas, producto de audaces programas de inversión y de búsqueda de tecnología, los tres países de mayor producción siderúrgica son los que muestran las tasas más altas de aumento productivo.

Finalmente, de acuerdo con los antecedentes del Cuadro N°1, en los mismos países se da la más alta frecuencia en la adopción de tecnologías por primera vez en la región. En efecto, Brasil registra 13 tecnologías o equipos empleados en forma pionera en América Latina; México 9 y Argentina 5. Siguen Perú y Venezuela con 3 y 2, respectivamente, y Colombia y Chile con 1.

Aunque tal vez falte un mayor refinamiento para llegar a una prueba concluyente, los antecedentes señalan una correlación positiva entre la adopción de tecnologías e innovaciones pioneras y el tamaño y dinamismo de la producción siderúrgica.



Corresponde, por otra parte, a Brasil y México una posición destacada en la investigación y desarrollo propios de tecnologías siderúrgicas, además de tener, junto con Argentina, la más importante oferta de ingeniería especializada en la industria del acero.

noviembre de 1976



ANEXO N° 1

INFORMACION ESTADISTICA



ANEXO I  
Cuadro Nº 1

PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO CRUDO

País	1953	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
<b>EUROPA OCCIDENTAL</b>																			
Bélgica	4.497	6.013	6.437	7.188	7.002	7.362	7.528	8.731	9.169	8.917	9.712	11.588	12.832	12.607	12.445	14.532	15.522	16.227	11.583
Francia	9.997	14.616	15.219	17.281	17.570	17.240	17.567	19.780	19.604	19.585	19.658	20.403	22.510	23.774	22.843	24.054	25.270	27.021	21.520
Alemania Federal	18.103	26.270	29.435	34.100	33.458	32.563	31.597	37.339	36.821	35.316	36.744	41.159	45.316	45.041	43.313	43.705	49.521	53.232	40.418
Italia	3.500	6.271	6.762	8.229	9.124	9.757	10.157	9.793	12.681	13.639	15.690	15.964	16.428	17.277	17.452	19.813	20.995	23.804	21.652
Luxemburgo	2.659	3.379	3.663	4.084	4.113	4.010	4.032	4.559	4.585	4.390	4.481	4.834	5.521	5.422	5.241	5.457	5.924	6.447	4.624
Países Bajos	867	1.438	1.570	1.942	1.971	2.087	2.342	2.646	3.138	3.268	3.401	3.706	4.712	5.042	5.033	5.585	5.623	5.837	4.819
TOTAL	39.623	57.987	63.185	72.824	73.238	73.019	73.213	82.848	86.998	85.115	89.886	98.634	107.319	109.203	103.377	113.146	122.855	132.565	104.816
Reino Unido	17.891	19.880	20.510	24.695	22.440	20.820	22.882	26.651	27.439	24.705	24.346	26.421	26.919	27.857	24.240	25.391	26.722	22.404	19.633
Dinamarca	180	255	292	317	323	367	359	396	412	405	401	457	482	473	471	498	453	536	557
Irlanda	-	28	40	40	28	19	20	20	20	27	54	61	81	90	80	77	116	110	115
TOTAL	18.071	20.163	20.842	25.062	22.791	21.206	23.261	27.067	27.871	25.137	114.687	125.560	134.801	137.613	128.168	139.112	150.146	155.618	125.321
Austria	1.283	2.393	2.512	3.163	3.101	2.970	2.947	3.194	3.221	3.193	3.023	3.467	3.926	4.079	3.960	4.069	4.238	4.669	4.066
Finlandia	147	186	232	254	277	304	326	371	363	347	411	729	978	1.169	1.025	1.456	1.615	1.666	1.616
Grecia	41	113	90	128	140	155	209	210	210	210	210	210	450	450	478	675	825	850	900
Noruega	111	371	426	490	499	488	542	614	676	715	790	824	854	870	883	918	963	913	891
Portugal	-	-	-	-	68	175	222	250	274	269	315	313	400	385	412	425	501	399	443
España	897	1.560	1.823	1.919	2.340	2.311	2.492	3.150	3.516	3.750	4.512	5.063	5.982	7.394	8.025	9.526	10.800	11.502	11.096
Suecia	1.782	2.413	2.862	3.218	3.560	3.614	3.899	4.444	4.725	4.764	4.768	5.095	5.322	6.497	5.271	5.257	5.663	5.988	5.604
Suiza	157	244	250	275	297	318	322	345	347	428	445	453	500	524	532	543	584	593	510
Turquía	-	5	6	7	7	7	3	4	6	6	996	1.109	1.170	1.312	1.235	1.557	1.354	1.590	1.703
Yugoslavia	515	1.119	1.259	1.442	1.532	1.595	1.588	1.677	1.769	1.857	1.832	1.995	2.220	2.225	2.453	2.588	2.676	2.836	2.694
TOTAL	4.933	8.404	9.500	10.893	11.821	11.937	12.550	14.289	15.107	15.549	131.989	144.859	156.603	161.521	152.439	166.124	179.355	186.644	155.043
<b>EUROPA ORIENTAL</b>																			
Bulgaria	18	211	230	253	340	423	481	475	588	699	1.239	1.461	1.515	1.600	1.948	2.121	2.246	2.188	2.300
Checoslovaquia	4.366	5.509	6.136	6.768	7.043	7.639	7.600	8.377	8.599	9.128	10.003	10.555	10.802	11.480	12.069	12.728	13.158	13.640	14.200
Alemania Democrática	2.163	3.459	3.648	3.785	3.904	4.090	4.092	4.310	4.366	4.539	4.647	4.695	5.170	5.425	5.745	6.065	6.855	6.165	6.500
Hungría	1.543	1.627	1.759	1.887	2.053	2.333	2.374	2.365	2.520	2.649	2.739	2.903	3.032	3.110	3.110	3.273	3.332	3.466	3.650
Polonia	3.604	5.663	6.160	6.681	7.234	7.684	8.004	8.573	9.088	9.850	10.412	11.007	11.251	11.750	12.688	13.424	14.057	14.556	15.100
Rumanía	717	934	1.420	1.806	2.126	2.451	2.704	3.039	3.426	3.670	4.088	4.323	5.540	6.517	6.803	7.401	8.161	8.840	10.000
TOTAL	12.411	17.403	19.353	21.181	22.700	24.620	25.235	27.139	28.587	30.535	33.128	34.944	37.280	40.082	42.363	45.012	48.603	48.855	51.850
<b>U.A.S.S.</b>																			
U.A.S.S.	38.128	54.920	59.972	65.294	70.756	76.307	80.231	85.038	91.021	96.900	102.239	106.532	110.315	115.886	120.637	125.589	131.481	136.200	142.000
<b>NORTEAMERICA</b>																			
Canadá	3.734	3.955	5.354	5.270	5.888	6.417	7.430	8.283	9.098	9.074	8.801	10.207	9.351	11.200	11.040	11.863	13.388	13.606	13.015
Estados Unidos	101.250	77.342	84.773	90.067	88.917	89.202	99.120	115.281	119.260	121.654	115.141	118.931	127.977	119.140	109.055	120.750	136.462	131.992	105.972
TOTAL	104.984	81.297	90.127	95.337	94.803	95.619	106.550	123.564	128.358	130.728	123.942	129.138	137.328	130.340	120.045	132.613	149.850	145.598	118.987

96

ANEXO I  
Cuadro N° 1  
(Continuación)

País	1953	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
AMERICA LATINA																			
Argentina	174	244	214	277	442	644	913	1.267	1.370	1.281	1.326	1.659	1.690	1.823	1.915	2.151	2.205	2.353	2.214
Brasil	1.016	1.362	1.608	1.843	1.995	2.396	2.737	2.939	2.896	3.580	3.666	4.452	4.925	5.390	5.997	6.518	7.150	7.515	8.380
América Central	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	8	9	6	10	10	10
Chile	313	348	415	422	363	495	489	544	441	540	631	568	641	592	664	631	649	634	508
Colombia	-	121	109	157	181	194	200	204	204	174	258	259	272	310	325	373	352	311	379
Cuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	120	119	140	160	185	220	240	240
México	462	988	1.213	1.500	1.725	1.851	1.974	2.280	2.399	2.721	3.023	3.256	3.467	3.681	3.821	4.431	4.760	5.116	5.162
Perú	-	20	51	60	76	73	73	75	81	80	80	106	194	94	179	181	356	481	439
Uruguay	-	-	-	10	9	9	7	14	13	10	14	8	14	16	15	13	12	14	16
Venezuela	-	-	50	47	75	225	364	441	625	537	660	860	840	927	924	1.126	1.063	1.041	1.163
TOTAL	1.966	3.083	3.660	4.316	4.866	5.887	6.757	7.760	8.029	8.923	9.792	11.191	12.165	13.181	13.999	15.617	16.687	17.715	18.811
AFRICA																			
Argelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	195	173	180
Argelia	29	60	46	86	92	88	84	128	130	130	134	150	300	374	439	462	500	500	500
Tunez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	100	90	133	140	132	130	-
Sud-Africa	1.298	1.832	1.896	2.113	2.475	2.634	2.834	3.107	3.293	3.285	3.702	4.051	4.625	4.757	4.881	5.337	5.722	5.839	6.943
Otro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	91	91	95	105	105	115	120	120
TOTAL	1.327	1.892	1.941	2.199	2.567	2.722	2.918	3.235	3.423	3.415	3.926	4.312	5.116	5.326	5.515	6.127	6.672	6.764	7.773
MEDIO ORIENTE																			
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	450	450	450	450	450	525	500	500
Iran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	650	660	660	660
Israel	-	-	24	40	62	80	83	83	84	84	60	60	60	60	66	65	65	75	60
Otro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL	-	-	24	40	62	80	83	83	84	84	475	525	525	525	530	530	1.264	1.240	1.223
ASIA																			
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	112	100	250	300	320	320	440	475
Burma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	30	30	30	40	40	40
China	1.774	11.080	13.350	18.450	9.500	10.000	12.000	14.000	15.000	16.000	14.000	15.000	16.000	18.000	21.000	23.000	25.000	27.000	30.000
Hong-Kong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	90	95	100	105	110	115	120	120
India	1.531	1.842	2.473	3.286	4.084	5.149	5.970	6.032	6.316	6.666	6.331	6.448	6.557	6.276	6.101	6.856	6.889	7.068	7.994
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	30	80	120	150
Japón	7.662	12.118	18.629	22.138	28.268	27.546	31.501	39.799	41.161	47.784	62.154	66.893	82.166	93.322	88.557	96.900	119.322	117.131	102.210
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	60	60	140	185	190	190	197	207
República Democrática de Corea	4	355	451	641	776	1.050	1.022	1.049	1.239	1.300	1.450	1.750	2.000	2.180	2.350	2.500	2.900	3.200	3.500
Filipinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	85	85	230	200	250	250	250	250
Singapur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	70	70	140	140	190	200	231	210
República de Corea	1	20	38	50	66	149	160	129	192	216	300	372	373	401	472	586	1.157	1.947	1.826
Taiwan	20	107	159	200	185	182	215	235	250	325	443	474	480	350	470	540	536	901	1.010
Otro	11	10	11	12	12	11	12	12	13	-	13	13	15	160	160	260	260	260	260
TOTAL	11.003	29.542	33.111	44.777	42.891	44.087	50.880	61.257	64.181	72.232	85.026	91.377	108.011	121.669	120.090	131.662	157.258	158.905	148.252
OCEANIA																			
Australia	2.076	3.183	3.450	3.753	3.947	4.238	4.653	5.047	5.489	5.890	6.366	6.596	7.032	6.839	6.753	6.751	7.699	7.813	7.869
Nueva Zelandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	87	102	157	144	157	190	194	185
TOTAL	2.076	3.183	3.450	3.753	3.947	4.238	4.653	5.047	5.489	5.890	6.430	1.683	7.134	6.996	6.897	6.908	7.889	8.007	8.054

Fuente: Eisen und Stahl, Estadísticas 1976

## ANEXO I

## Cuadro Nº 2

## PRODUCCION LATINOAMERICANA DE ACERO

(en miles de toneladas de lingotes)

A ñ o s	Argentina	Brasil	Centro América	Colombia	Chile	México	Perú	Uruguay	Venezuela
1960	277	2.260	-	172	450	1.474	60	10	47
1961	441	2.443	-	192	391	1.682	75	9	71
1962	644	2.565	-	157	528	1.709	71	9	142
1963	895	2.841	-	222	521	2.017	76	7	358
1964	1.265	3.073	-	230	584	2.333	82	14	441
1965	1.368	3.017	-	242	477	2.455	94	13	625
1966	1.267	3.713	-	216	577	2.763	80	10	537
1967	1.326	3.665	3	258	631	3.023	80	14	690
1968	1.559	4.452	3	259	568	3.256	106	8	860
1969	1.690	4.925	3	272	641	3.467	194	114	840
1970	1.823	5.390	8	310	592	3.881	94	16	927
1971	1.915	5.997	9	325	653	3.821	179	15	924
1972	2.151	6.518	6	373	631	4.431	181	13	1.128
1973	2.205	7.149	10	362	549	4.760	356	12	1.063
1974	2.354	7.502	10	333	635	5.138	450	14	1.058
1975 <sup>(*)</sup>	2.214	8.380	10	379	508	5.362	439	16	1.063

(\*) 1975 se sacó del IISI

Fuente: ILAFA

## ANEXO I

## Cuadro Nº 3

## CONSUMO APARENTE LATINOAMERICANO DE ACERO

(en miles de toneladas de lingotes)

Años	Argentina	Bolivia	Brasil	Centroamérica y Panamá	Colombia	Chile	Ecuador	México	Paraguay	Perú	Uruguay	Venezuela
1960	1.941	23	2.767	172	392	312	50	1.926	12	186	165	659
1961	2.155	27	2.896	208	396	412	58	1.923	12	256	110	611
1962	1.777	29	3.138	189	393	727	61	1.945	9	270	110	583
1963	1.490	33	3.599	215	473	619	66	2.027	16	273	81	628
1964	2.262	38	3.568	267	619	656	71	2.535	20	270	107	919
1965	2.723	81	3.004	330	444	618	77	2.867	19	379	93	1.005
1966	2.135	55	3.791	249	672	742	86	3.108	25	356	115	824
1967	2.332	61	4.060	319	497	566	113	3.372	34	394	79	1.016
1968	2.570	68	4.767	402	492	607	117	3.546	32	269	85	1.145
1969	3.388	80	5.558	444	680	803	133	3.785	24	345	102	1.266
1970	3.438	62	6.031	457	764	709	180	3.830	20	333	98	1.398
1971	3.618	93	7.075	453	801	735	279	3.790	26	427	116	1.481
1972	4.064	91	7.588	424	690	799	297	4.210	26	405	92	1.626
1973	3.887	86	9.183	582	648	673	220	5.285	40	496	193	1.853
1974	4.429	81	12.496	716	774	810	338	6.192	31	663	198	2.687

Fuente: ILAFA



ANEXO N° 2

MONOGRAFIAS DE LAS EMPRESAS  
SIDERURGICAS LATINOAMERICANAS



1. ALTOS HORNOS DE ZAPLA

1960

A. Fierro primario

- 2 Altos hornos a carbón vegetal de 60 ton/día de capacidad cada uno.
- Planta de aglomeración para aprovechamiento de finos de mineral y carbón.
- Planta de purificación final de gas y calentadores de aire, sistema Cowper.

Producción de arrabio: 60.000 ton (1960)

1970

- 1) 2 Altos hornos a carbón vegetal, capacidad 150 ton/día c/u, con crisoles de 3.850 y 3.500 mm de diámetro, respectivamente.
- 2) 2 Altos hornos a carbón vegetal, capacidad 50 ton/día c/u, diámetro del crisol: 2.800 y 2.600 mm, respectivamente.
- 3) 3 Grupos de estufas Cowper, para entregar aire a 900° C aprox. a los 4 altos hornos.
- 4) 1 Planta de aglomeración. Sistema discontinuo Betch, capacidad 200 ton/día de sinter.

Producción de arrabio: 98.000 ton (1970)

1975

- 1) 2 Altos hornos a carbón vegetal, capacidad 150 ton/día c/u, con crisoles de 3.850 y 3.500 mm de diámetro, respectivamente.
- 2) 2 Altos hornos a carbón vegetal, capacidad 50 ton/día c/u, diámetro del crisol: 2.800 y 2.600 mm, respectivamente.
- 3) 3 Grupos de estufas Cowper, para entregar aire a 900°C aprox. a los 4 altos hornos.
- 4) 1 Planta de aglomeración. Sistema discontinuo Betch, capacidad 200 ton/día de sinter.

Producción de arrabio: 82.000 ton (1975)

1976 - 1980

- Un nuevo alto horno de 250 ton/día (5 en total)

B. Acería

(1960)

En construcción (DEMAG)

3 Convertidores básicos, tipo Thomas de 15 ton por colada c/u.  
2 Hornos eléctricos para ferroaleaciones de 10 ton/día c/u.  
Planta de dolomita  
Planta de aprovechamiento de escorias fosfatadas para abono agrícola.

1970

- 3 Convertidores Thomas. Capacidad de producción conjunta 310 ton/día.
- 1 Mezclador de arrabio, con capacidad de 500 ton
- 2 Hornos eléctricos de arco, básicos, de 4.000 KVA c/u, para aceros especiales, con capacidad de 140 ton/día conjunta y 15 ton c/u por colada.
- 1 Horno eléctrico trifásico de 1.500 KVA, destinado a ferroleaciones de 3,5 ton/día de capacidad.

Producción de acero Thomas: 82.977 ton;  
Acero eléctrico: 37.419 ton (1970)

1975

- 3 Convertidores Thomas. Capacidad de producción conjunta 310 ton/día.
- 1 Mezclador de arrabio, con capacidad de 500 ton.
- 2 Hornos eléctricos de arco, básicos, de 4.000 KVA c/u, para aceros especiales, con capacidad de 140 ton/día conjunta y 15 ton c/u por colada.
- 1 Horno eléctrico trifásico de 1.500 KVA, destinado a ferroleaciones de 3,5 ton/día de capacidad.

Producción de acero Thomas: 58.600 ton;  
Acero eléctrico: 46.800 ton (1975)

1976 - 1980

Se proyecta modificar los convertidores Thomas al sistema O.B.M. con soplado de oxígeno. La capacidad de acería quedaría entre 200 a 260.000 ton/año.

C. Laminación

1960

En Construcción (DEMAG)

1970

- 1 Horno calentamiento lingotes, de empuje. Capacidad 25 ton/hora.
- 1 Tren laminador Blooming trío no reversible de una caja, para palanquillas, con cilindros de 730 mm de diámetro y 2.000 mm de longitud de mesa. Capacidad de producción 25 ton/hora.
- 1 Horno calentamiento palanquilla, de empuje, capacidad 20 ton/hora.
- 1 Tren laminador mediano trío, no reversible, de tres cajas, para perfiles medianos, con cilindros de 475 mm de diámetro y 1:400 mm de ancho de mesa. Capacidad 20 ton/hora.
- 1 Máquina enderezadora de perfiles.

Producción laminador en 1970: 89.553 ton

1975

- 1 Horno calentamiento lingotes, de empuje. Capacidad 25 ton/hora.
- 1 Tren laminador Blooming trío no reversible de una caja, para palanquillas, con cilindros de 730 mm de diámetro y 2.000 mm de longitud de mesa. Capacidad de producción 25 ton/hora.

1975

- 1 Horno calentamiento palanquilla de empuje, capacidad 20 ton/hora.
- 1 Tren laminador mediano frío, no reversible, de tres cajas, para perfiles medianos, con cilindros de 475 mm de diámetro y 1.400 mm de ancho de mesa. Capacidad 20 ton/hora.
- 1 Máquina enderezadora de perfiles.

Producción laminador en 1975: 64.500 ton

1976 - 1985

- 1 Laminador de productos finos con capacidad de 125.000 ton/año

Personal ocupado en 1970:

Directivos y ejecutivos:	24
Ingenieros y técnicos:	127
Empleados de operación:	347
Empleados de administración:	414
Obreros calificados:	986
Obreros no calificados:	1.216

## 2. SOMISA

### A. Fierro primario

1960

- Coquería: fabricada por la firma Dr. C. Otto de Alemania  
89 hornos, capacidad de producción 487.000 ton/año. Planta subproductos: alquitrán, sulfato de amonio, neftalina cruda, aceites livianos (benzol, tolnol, xilol, naftas solventes), ácido sulfúrico.
- Alto horno: instalado por Arthur Mc Kee  
Altura: 31,70 m, diámetro crisol 8,53 m y capacidad de producción anual 515.000 ton. Dos turbo sopladores, extractor de polvo, lavador de gas y precipitadores eléctricos.  
Fecha encendido: 1960  
Producción de arrabio: 120.700 ton (1960)  
335.780 ton (1961)
- Muelle fluvial de materias primas de 680 m. Consta de 2 grúas eléctricas con capacidad de descarga de 800 ton/hora.
- Playas de almacenamiento de capacidad: 1.370.000 ton mineral y 300.000 ton carbón.
- Planta experimental para ensayo de carbones y sus mezclas.
- Muelle de descarga de mercaderías generales (300 m longitud) y de carga de productos siderúrgicos. 2 grúas móviles de 15 y 30 ton.



1970

- Coquería: fabricada por la firma Dr. C. Otto de Alemania.
- 89 hornos, capacidad de producción 487.000 ton/año. Planta subproductos: alquitrán, sulfato de amonio, neftalina cruda, aceites livianos (benzol, tolnol, xilol, naftas solventes), ácido sulfúrico.
- Alto horno: instalado por Arthur Mc Kee
- Altura: 31,70 m, diámetro crisol 8,53 m y capacidad de producción anual 515.000 ton. Dos turbo sopladores, extractor de polvo, lavador de gas y precipitadores eléctricos.

Fecha encendido: 1960

Producción de arrabio: 712.300 ton (1970)

- Muelle fluvial de materias primas de 680 m. Consta de 2 grúas eléctricas con capacidad de descarga de 800 ton/hora.
- Playas de almacenamiento de capacidad: 1.370.000 ton mineral y 300.000 ton carbón.
- Planta experimental para ensayo de carbones y sus mezclas.
- Muelle de descarga de mercaderías generales (300 m de longitud) y de carga de productos siderúrgicos. 2 grúas móviles de 15 y 30 ton.

1975

- Coquería: 4 baterías de hornos con un total de 169 unidades: 89 de 4 m de altura y 80 de 6 m. Capacidad 6.000 ton/día con un rendimiento de 4.300 ton/día de coque. Producción de coque: 671.000 ton (1975).

- Alto horno N° 1: volúmen útil 1.399 m<sup>3</sup> y 8,99 m de diámetro de crisol 20 toberas; capacidad de prod/día 2.350 ton de arrabio. Cuatro estufas de precalentamiento de aire.
- Alto horno N° 2: volúmen útil 1.992 m<sup>3</sup> y 9,75 m de diámetro de crisol 27 toberas; capacidad de producción 3.600 ton/día. Tres estufas de precalentamiento de aire.

Fecha encendido: 1974

Producción de arrabio 1975: 960.750 ton

- Muelle fluvial de materias primas de 680 m. Consta de 2 grúas eléctricas con capacidad de descarga de 800 ton/hora.
- Playas de almacenamiento de capacidad: 1.370.000 ton mineral y 300.000 ton carbón.
- Planta experimental para ensayo de carbones y sus mezclas.
- Muelle de descarga de mercaderías generales (300 m longitud) y de carga de productos siderúrgicos. Dos grúas móviles de 15 y 30 ton.
- Planta de sinter. Capacidad aproximada 2.100 ton/día de aglomerados superfundentes. Máquina de cadena continua de 72,5 m<sup>2</sup> de superficie de aspiración. Sistema Lurgi. Opera desde 1972.

Producción de sinter 1975: 443.000 ton

#### 1976 - 1985

- 2a. planta de sinter: capacidad 8.000 a 10.000 ton/día.
- Altos hornos: ampliación de los diámetros de los crisoles de los 2 Altos hornos.

Inversión aproximada US\$ 155 millones

Capacidad de coquería 1985: 3.900 ton/día

Producción de coque 1985: 1.433.500 ton

Capacidad de sinter 1985: 3.620.000

B. Acería

1960

Diseño Lottus y construcción Didier, Alemania

- 4 hornos Siemens-Martin, básicos, estacionarios, con capacidad por colada de 225 ton c/u y capacidad conjunta de 632.000 ton/año; a gas de coquería, alquitrán ofuel-oil.

Acero: 127.500 ton (1961)

1970

- 1 horno Siemens-Martin adicional con capacidad de 225 ton por colada (5 en total), con una capacidad conjunta de 790.000 ton de acero al año.

Producción de acero en lingotes 919.442 ton (1970)

1975

- Acería Siemens-Martin adicional con capacidad de 225 ton por colada (5 en total), con una capacidad conjunta de 790.000 ton de acero al año.

Producción 1975: 683.000 ton

- Acería LD: 2 convertidores al oxígeno de 160 y 183 ton de capacidad por colada c/u. Sistema de limpieza de gases por vía húmeda.

- Planta de calcinación. Capacidad 325 ton/día de cal por horno (tiene 2 hornos rotativos).

Producción 1975: 450.000 ton

1976 - 1985

- Se adiciona un tercer convertidor LD igual a los existentes  
Capacidad de producción de acero en 1985: 3.600.000 ton en  
convertidores de oxígeno.

C. Semiterminados

1960

- 1 laminador desbastador de dos cilindros de 1.168 mm de diá  
metro y 2.291 mm de largo para tochos y planchones. Capaci  
dad anual 1.000.000 a 1.500.000 ton.
- 1 tren laminador contínuo de tochos para obtener palanqui  
lla. Capacidad 1.000.000 ton/año, compuesto de dos lamina  
dores verticales de dos cilindros cada uno de 648 mm de diá  
metro y 381 mm de largo.
- Hornos de igualación de temperatura compuesto de 6 baterías  
de dos fosas c/u, con capacidad de 970.000 ton/año.

1970

- 1 laminador desbastador de dos cilindros de 1.168 mm de diá  
metro y 2.291 mm de largo para tochos y planchones. Capaci  
dad anual 1.000.000 a 1.500.000 ton.

Producción en 1970:

- 1 tren laminador continuo de tochos para obtener palanquilla. Capacidad 1.000.000 ton/año, compuesto de dos laminadores verticales de dos cilindros cada uno de 648 mm de diámetro y 381 mm de largo.
- Hornos de igualación de temperatura compuesto de 6 baterías de 2 fosas c/u con capacidad de 970.000 ton/año.  
Tochos y desbaste planos 764.409 ton

### 1975

- 1 laminador desbastador de dos cilindros de 1.168 mm de diámetro y 2.291 mm de largo para tochos y planchones. Capacidad anual 1.000.000 a 1.500.000 ton.
- Tren continuo de palanquilla de 9 cajas (2 verticales de 648 x 381 mm, 2 horizontales de 707 x 1.016 mm, 4 horizontales de 554 x 813 mm y 1 canteadora de 457 x 279 mm).
- 19 hornos de recalentamiento.
- Colada continua dos máquinas de 6 líneas c/u para tochos 1.100.000 ton capacidad/año.  
Producción de tochos y desbastes planos: 653.000 ton

### 1976 - 1985

- Un nuevo laminador de desbastes planos de 1.500.000 ton/año.

#### D. Laminación

- 1) 1 horno de calentamiento de tochos de 60 ton/hora de capacidad y 2 de planchones de 100 ton/hora c/u.
- 2) 2 laminadores horizontales de dos cilindros de 707 mm de diámetro y 1.016 de largo.
- 3) 4 laminadores horizontales de dos cilindros de 554 mm y 813 mm de largo y un laminador de cantos de 457 mm de diámetro y 279 mm de largo.
- 4) 1 tren laminador de tochos combinado para rieles y perfiles compuesto de dos laminadores de tres cilindros de 813 mm de diámetro y 1 laminador de dos cilindros de 673 mm de diámetro.
- 5) 1 tren laminador desbastador continuo de chapa en caliente compuesto de: 1 laminador desbastador para romper escamas de dos cilindros de 914 mm de diámetro y 1.676 mm de largo; 1 laminador desbastador de dos cilindros de 1.016 mm de diámetro por 1.676 mm de largo; 3 laminadores verticales de dos rodillos de 609 mm de diámetro y 1.676 mm de distancia máxima entre rodillos; 2 laminadores desbastadores de 4 cilindros c/u de 813 y 1.295 mm de diámetro y 1.676 mm de largo.
- 6) 1 tren terminador de chapas en caliente compuesto de: 1 laminador terminador para romper escamas de dos cilindros de 508 mm de diámetro y 1.676 de ancho; 6 laminadores terminadores iguales de 4 cilindros c/u, de 635 mm de diámetro, los cilindros de trabajo y 1.245 mm los de apoyo, en un largo de 1.676 mm; 1 laminador de temple para chapas en caliente de 2 rodillos de 762 mm de diámetro y 1.676 mm de largo.
- 7) 1 tren laminador de chapas en frío, compuesto de 4 laminadores de 4 cilindros c/u de 533 mm x 1.346 mm de diámetro y 1.626 de largo.

- 8) 1 laminador de temple mecánico de 4 cilindros de 533 mm y 1.346 mm de diámetro y 1.626 mm de largo.
- 9) Tren laminador de temple mecánico compuesto de 2 laminadores de 4 cm c/u de 457 mm y 1.346 mm de diámetro y 1.219 de largo.
- 10) Hornos de tratamiento, compuesto de 25 hornos de recocido

1970

- 1) 1 horno de calentamiento de tochos de 60 ton/hora de capacidad y 2 de planchones de 100 ton/hora c/u.
- 2) 2 laminadores horizontales de dos cilindros de 707 mm de diámetro y 1.016 de largo.
- 3) 4 laminadores horizontales de dos cilindros de 554 mm y 813 mm de largo y un laminador de cantos de 457 mm de diámetro y 279 mm de largo.
- 4) 1 tren laminador de tochos combinado para rieles y perfiles compuesto de dos laminadores de tres cilindros de 813 mm de diámetro y 1 laminador de dos cilindros de 673 mm de diámetro.
- 5) 1 tren laminador desbastador continuo de chapa en caliente compuesto de: 1 laminador desbastador para romper escamas de dos cilindros de 914 mm de diámetro y 1.676 mm de largo; 1 laminador desbastador de dos cilindros de 1.016 mm de diámetro por 1.676 mm de largo; 3 laminadores verticales de dos rodillos de 609 mm de diámetro y 1.676 mm de distancia máxima entre rodillos; 2 laminadores desbastadores de 4 cilindros c/u de 813 y 1.295 mm de diámetro y 1.676 mm de largo.

- 6) 1 tren terminador de chapas en caliente compuesto de: 1 laminador terminador para romper escamas de dos cilindros de 508 mm de diámetro y 1.676 de ancho; 6 laminadores terminadores iguales de 4 cilindros c/u, de 635 mm de diámetro los cilindros de trabajo y 1.245 mm los de apoyo, en un largo de 1.676 mm; 1 laminador de temple para chapas en caliente de 2 rodillos de 762 mm de diámetro y 1.676 mm de largo.
- 7) 1 tren laminador de chapas en frío, compuesto de 4 laminadores de 4 cilindros c/u de 533 mm x 1.346 mm de diámetro y 1.626 de largo.
- 8) 1 laminador de temple mecánico de 4 cilindros de 533 mm y 1.346 mm de diámetro y 1.626 mm de largo.
- 9) Tren laminador de temple mecánico compuesto de 2 laminadores de 4 cm c/u de 457 mm y 1.346 mm de diámetro y 1.219 de largo.
- 10) Hornos de tratamiento, compuesto de 25 hornos de recocido.

Producción en 1970: rieles y perfiles	49.924
chapa laminada en caliente	<u>685.530</u>
	735.454 ton
chapa laminada en frío	334.698 ton

1975

- 1) 1 horno adicional de calentamiento de planchones de 100 ton/hora de capacidad.
- 2) al 9) Modificaciones en los trenes laminadores en caliente y frío destinadas a aumentar su capacidad.



3) 47 hornos de recocido de bobinas

4) 2 líneas de decapado

Capacidad de laminación en caliente: 1.250 ton/año

1976 - 1980

- Instalación de un laminador cuarto reversible para chapa ancha. Mejoramiento de las líneas de procesado de chapa gruesa, mediana y fina.

E. Terminación

1960

- 4 cubos para estañado de hojalata por inmersión en caliente
- 1 línea para estañado electrolítico, 100.000 ton capacidad
- Equipos auxiliares: línea de decapado, tijeras, bobinadoras, etc.

1970

- 4 cubos para estañado de hojalata por inmersión en caliente
- 1 línea para estañado electrolítico, 100.000 ton capacidad
- Equipos auxiliares: línea de decapado, tijeras, bobinadoras, etc,

1975

- 4 cubos para estañado de hojalata por inmersión en caliente
- 1 línea para estañado electrolítico, capacidad 110.000 ton/año
- Equipos auxiliares: línea de decapado, tijeras, bobinadoras, etc.

Personal:	1960	3.563 personas
	1970	7.515 personas
	1975	11.944 personas
	1985	13.400 personas

En 1975:	Directivos e ingenieros	620
	Empleados administrativos	1.733
	Personal de producción	9.591

3. COMPANHIA ACOS ESPECIAIS ITABIRA - "ACESITA"  
(Inaugurada en 1946)

A. Fierro primario

1960

1 Alto horno a carbón vegetal (encendido en 1946) Ø 4,05 m.  
Volúmen útil 238 m<sup>3</sup>. Capacidad 200 ton por día  
3 estufas "Cowpers" para calentamiento de aire, t° aire  
700°C.

Producción de arrabio: 52.921 ton (1959)

1970

1 Alto horno ampliado a Ø 4,20 m. Capacidad 300 ton por día  
1 Horno eléctrico de reducción "Demag" (instalado en 1962)  
17.500 KVA. Capacidad 145 ton por día.  
1 Planta de sinter tipo Greenawalt (instalada en 1962)  
área útil: 14 m<sup>2</sup>. Capacidad 450 ton por día.

1975

1 Alto horno a carbón, ampliado a Ø 4,60 m. Volúmen útil  
289 m<sup>3</sup>. Capacidad 470 ton/día.  
Se carga con 50% sinter y 50% mineral.  
Consumo de carbón: 850 kg por ton de arrabio.  
t° del aire insuflado: 900°C. No emplean petróleo ni oxígeno.

## 1975

1 Horno eléctrico de reducción de 17.500 KVA. Capacidad 150 ton/día. Consume mineral y sinter.

1 Planta de sinter Greenawalt. Capacidad actual 600 ton/día  
Producción de arrabio: 195.300 ton en 1975 (156.000 en alto horno y 39.300 en horno de reducción).

Producción de sinter: 150.000 ton (1975)

## 1980

Se proyecta iniciar en 1977 la operación del alto horno N° 2, de las siguientes características:

Diámetro crisol: Ø 6,50 m

Volúmen útil: 600 m<sup>3</sup>

Carga: Carbón vegetal; sinter y mineral

Sistema de carga: Continua, con cinta transportadora

Operación: Automática, con computadoras

Capacidad: 900 ton/día

La producción de arrabio se efectuaría con los dos altos hornos (capacidad 1.400 ton/día y 500.000 anuales). El horno eléctrico de reducción se destinaría a la producción de ferroaleaciones.

## 1985

No hay planes definidos de ampliación en esta área posteriores a 1980.

B. Acería

1960

- 1 Convertidor Bessemer de 20 ton.
- 3 Hornos eléctricos de arco, de 6, 25 y 30 ton con transformadores de 3.000, 7.500 y 8.000 KVA. (Instalados en 1954, 1954 y 1958).

En 1960 se trabajaba en duplex, con horno Bessemer - H arco.

- 1 Mezclador de arrabio de 300 ton.

Producción de acero: 62.091 ton (1959) compuesta de 9.170 ton de acero Bessemer y 55.663 ton de acero en horno eléctrico (sólo o duplex).

1970

Iguals instalaciones de acería que en 1960

Producción de acero: 167.733 (1970)

1975

- 1 Convertidor LD de 30 ton (instalado en 1972)  
Capacidad: 240.000 ton/año (con abundancia de arrabio)  
No precalientan carga ni eliminan gases

- 1 Convertidor Bessemer de 20 ton  
(Se emplea sólo mientras cambian revestimientos al LD)
- 3 Hornos de arco de 6, 25 y 30 ton. Trabajan 100% con chatarra.

Producción de acero:

283.507 ton en 1975 (en lingotes).

(172,000 ton en LD y el resto casi todo en horno eléctrico).

1980

En 1978 entrará a funcionar 1 convertidor LD de 70 ton (Voest), tendrá sistema de desgasificación AOD para obtener aceros inoxidables. Se cambiará el transformador del horno de arco N° 3 por otro mayor. La capacidad total de acería en 1980-82 alcanzaría a 1.000.000 de ton anuales. Se eliminará el convertidor Bessemer

C. Semiterminados

1960

- 1 Laminador desbastador antiguo, con cilindros de Ø 24" compuesto de dos laminadores tríos y uno dúo. Motor de 2.000 HP.

Producción: 51.256 ton (1959)

1970

- 1 Laminador desbastador dúo reversible Ø 875 mm SECIM
- 1 Laminador de 650 mm de diámetro, para barras gruesas. (Trabajan en conjunto; el mayor entrega tochos de 140 x 140 mm a 270 x 270 mm).

Hornos de foso con calentamiento eléctrico y con gas.

## 1975

Iguales instalaciones que en 1970

Producción: el dúo reversible de Ø 875 mm produjo 239.000 ton  
el laminador Ø 650 mm produjo 200.000 ton.

Todos los lingotes son de 2,6 a 3,0 ton, colados por el fondo.

## 1980

Se proyecta instalar en 1978 una máquina de colada continua de planchones (CONCAST), curva, de una línea, para aceros inoxidables y de aleación. Planchones de 900 a 1.600 mm x 150 mm de espesor.

Tendrá cuchara 70 ton para desgasificación VOR (Vacuum Oxygen Degassing) para planchas de acero silicoso y de 35 ton AOD (Argon Oxygen Degassing) para aceros inoxidables.

El sistema de trenes laminadores-desbastadores seguirá igual.

### D. Laminación

## 1960

Los equipos de laminación existentes en 1960 sólo incluían dos laminadores pequeños para barras y dos laminadores de planchas en caliente y uno muy pequeño en frío.

Producción en 1959: 19.846 ton de barras de aceros especiales; 6.939 ton de barras para hormigón; 7.675 ton de plancha de acero al silicio y 4.236 ton de planchas de acero corriente.

## 1970

Separación de laminación de no planos (trenes  $\emptyset$  380 mm y 300 mm) que han quedado independientes con la instalación de un tren preparador de 600 mm.

## 1975

Tren N°3, con cilindros  $\emptyset$  380 mm y desbastador de  $\emptyset$  600 mm.

Tiene horno de calentamiento de solera móvil desde 1973

Producción en 1975: 62.000 ton.

Tren N°4 con cilindros  $\emptyset$  300 mm y desbastador de  $\emptyset$  500 mm.

Capacidad: 36.000 ton.

## 1980

ACESITA está efectuando una gran ampliación para laminación de planchas en frío y en caliente, fundamentalmente en aceros inoxidables y al silicio. La capacidad total en acero líquido sería de 600.000 ton/año en 1978 y 1.000.000 en 1980.

Laminación en caliente. Tren Steckel transformable en 2a. etapa en continuo, capacidad 600.000 ton/año en bobinas de acero inoxidable, al silicio y al carbono. (Tendrá dos hornos de solera móvil).

Laminación en frío

2 etapas para producción de acero inoxidable. Cada una con un laminador Sendzimir y 60.000 ton/año de capacidad. Bobinas de 1.250 mm de ancho y espesores de 0,5 a 3,8 mm.



Laminación de chapas de acero al silicio. Incluirá 3 laminadores Sendzimir y una capacidad total de 50.000 ton/año en planchas de acero de grano orientado y 100.000 no orientado. Area techada: 110.000 m<sup>2</sup>. Recocido continuo de bobinas.

E. Recubrimientos

ACESITA no posee instalaciones para recubrimiento superficial de sus aceros.

F. Terminación

Posee las siguientes instalaciones:

Descascarado de barras (desde 1960): Ø 15 a 152 mm. 1.500 ton en 1975.

Trefilación de barras (desde 1965): Ø 12 a 57 mm. 8.500 ton en 1975.

Rectificado de barras (desde 1974): 470 ton en 1975

Líneas de decapado, normalizado y recocido

Acondicionado de palanquillas en máquinas Centro Maskin. (75.000 ton en 1975).

G. Personal

ACESITA cuenta con un personal total de 4.200 personas en su planta de Ipatinga. Este total incluye a 140 ingenieros y 300 técnicos universitarios.

4. COMPANHIA SIDERURGICA BELGO MINEIRA (USINA MONLEVADE)  
(Inaugurada en 1937)

A. Fierro primario

1960

Alto horno N°1 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 300 ton/día.

Alto horno N°2 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 300 ton/día.

Alto horno N°3 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 300 ton/día.

Alto horno N°4 Ø 3.00 m. Volúmen útil 164 m<sup>3</sup>. Capacidad 200 ton/día.

Todos funcionan con carbón vegetal. El N°1 se instaló en 1937. Sin empleo de oxígeno ni petróleo en 1960.

Cada horno posee tres estufas recuperadoras (Cowpers)

1 Equipo de sinter tipo Greenawalt, de dos paneles, capacidad 450 ton/día (150.000 anuales). Instalada en 1948.

Producción de arrabio: 260.000 ton en Monlevade (1959)

1970

Alto horno N°1 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 400/420 ton/día.

Alto horno N°2 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 400/420 ton/día.

### 1970

Alto horno N°3 Ø 3.600 mm. Volúmen útil 214 m<sup>3</sup>. Capacidad 400/420 ton/día.

Alto horno N°4 Ø 3.000 mm. Volúmen útil 164 m<sup>3</sup>. Capacidad 200/220 ton/día.

Utilizan 40% sinter y 60% mineral. Emplean petróleo y oxígeno desde 1969.

Equipo de sinter igual que en 1960.

Producción de arrabio: 445.000 ton en Monlevade (1971)

### 1975

Altos hornos igual que en 1970. Capacidad total: 1.480 ton/día  
Planta de sinter aumentó capacidad a 860 ton/día (300.000 al año).

Producción de arrabio: 535.000 ton en Monlevade (1975)

### 1980

En 1979 entrará en producción un nuevo alto horno, también a carbón vegetal, con capacidad de 650 ton/día y se eliminaría el N°4. Nueva capacidad total: 1.910 ton/día (680.000 anuales).

En 1978 entrará en operación la planta de sinter N°2, Dwight Lloyd, fabricación Lurgi, con una capacidad de 3.300 ton/día. La nueva capacidad total de sinter será de 1.300.000 ton/año.

No hay planes de ampliación posteriores a 1980.

El movimiento de materiales se efectúa por FF.CC. (mineral).

El carbón llega a la planta en camiones o por un telesférico de 52 km.

B. Acería

1960

4 Hornos Siemens-Martin básicos, de 40 ton c/u (instalados en 1938).

Capacidad de producción: 200.000 ton/año en conjunto.

2 Convertidores L.D. de 40 ton c/u (instalados en 1957)

Capacidad de producción: 400.000 ton/año.

1 Mezclador de arrabio de 600 ton.

Producción total de acero: 345.026 ton (1959)

1970

4 Hornos Siemens-Martin de 42 ton c/u

Capacidad de producción: 220.000 ton en conjunto

2 Convertidores LD de 40 ton c/u

Capacidad de producción: 450.000 ton anuales

Producción de acero Siemens-Martin: 226.792 ton (1971)

Producción de acero LD: 412.745 ton (1971)

(La producción en Siemens-Martin incluye una pequeña producción en otra planta).

1975

Las mismas instalaciones anteriores

Capacidad de producción: Siemens-Martin: 220.000 ton/año

Convertidores LD: 500.000 ton/año

Producción total de acero en planta de Monlevade:

720.000 ton (1975).

1980

Se proyecta ampliar los convertidores LD a 60 ton c/u en 1979, con lo que la capacidad de producción subiría a 660.000 ton anuales. La instalación de Siemens-Martin seguiría con igual capacidad.

Se proyecta agregar nuevo mezclador de arrabio de 1.000 toneladas, ya contratado.

1985

Alrededor de 1982 se proyecta instalar un tercer convertidor LD de 60 ton con lo que la capacidad de producción en acería LD subiría a 1.300.000 ton anuales. La actual acería Siemens-Martin se eliminaría en esa etapa.

C. Semiterminados

1960

1 Laminador desbastador dúo reversible "SACK" con cilindros Ø 1.000 mm con capacidad de 300.000 ton anuales de tochos y planchones.

1 Laminador desbastador compuesto de dos laminadores de tres cilindros c/u de Ø 650 mm, con capacidad inicial de 36.000 ton anuales de palanquillas.

## 1970

En 1962 se agregó un laminador desbastador dúo reversible Moeller & Neumann con cilindros  $\emptyset$  800 mm para tochos. (Este tren de desbaste trabaja en conjunto con el desbastador SACK, alcanzando en conjunto en 1970 una capacidad anual de 600.000 toneladas de semiterminados).

## 1975

El conjunto de laminadores-desbastadores SACK y Moeller & Neumann alcanza una capacidad conjunta de 800.000 ton anuales mediante la instalación de nuevos hornos de foso. Los hornos actuales son:

- 2 Hornos de foso Schaefer de 30 ton/hora c/u
- 6 Hornos Stein & Rubaux de 15 ton/hora c/u

Control de t° muy preciso; se puede controlar dirección de llamas y gases para evitar sobrecalentamiento de lingotes.

## 1980

Con la adición de nuevos hornos de foso el conjunto laminador desbastador alcanzaría una capacidad máxima de 900.000 ton anuales antes de 1980.

Para más adelante los planes de aumento de capacidad de semiterminados no están aún bien definidos.

D. Laminación

1960

1 Tren laminador de alambre Krupp con capacidad de 120.000 toneladas anuales, compuesto de 11 marcos continuos con cilindros  $\emptyset$  410 mm y 6 de  $\emptyset$  325 mm; 4 marcos intermedios y 6 terminadores.

1 Tren laminador de barras con 4 marcos con cilindros  $\emptyset$  350 mm y dúo terminador  $\emptyset$  350 mm.

1 Tren laminador trío compuesto de dos marcos con cilindros  $\emptyset$  650 mm para palanquillas.

1 Tren Steckel reversible para chapas, con capacidad para 114.000 tons anuales.

1970

En 1968 se han agregado las siguientes unidades:

1 Tren semicontínuo Moeller & Neumann para palanquillas, con tres stands de  $\emptyset$  550 mm.

1 Tren continuo Morgan para alambrón (que será modernizado y ampliado en 1972).

1975

El tren continuo Morgan queda con las siguientes características:

Laminador continuo, para alambrón en rollos de  $\emptyset$  5,5 a 12,7 mm entregados en tres líneas en paralelo. Capacidad 600.000 toneladas por año.

1975

- 1 Horno de calentamiento OFU de 100 ton/hora
- 1 Tren desbastador Ø 457 mm con 7 marcos
- 1 Tren intermedio Ø 346 mm con 6 marcos
- 1 Tren terminador Ø 206 y Ø 156 mm con 10 marcos

Posee sistema de enfriamiento controlado "Stelmor"; de cambio rápido de cajas de cilindros; sistema "no twist".

Velocidad máxima: 50 m/seg

Producción efectiva: 515.000 ton (1975)

#### E. Recubrimientos

Instalaciones para cobrear y galvanizar alambres, en la usina de Sabará.

#### F. Terminación

La planta de Monlevade posee máquinas para descascarar barras y rectificadoras sin centros. En 1975 se instalaron 2 máquinas Centro-Maskin para acondicionamiento de palanquillas.

La planta de Sabará posee diversas instalaciones para trefilación, tratamientos térmicos, fabricación de cables, etc., alcanzando una capacidad anual de 450.000 ton.

#### Personal

La planta de Monlevade cuenta con un personal total de 4.045 personas (3.499 de operación y 546 administrativos).

El personal de operación incluye 70 ingenieros y supervisores.



5. COMPANHIA SIDERURGICA MANNESMANN  
(Inagurada en 1954)

A. Fierro primario

1960

2 hornos eléctricos de reducción (Demag) de 17.100 KVA c/u  
(1956)

Capacidad inicial: 60.000 ton anuales de arrabio c/u

Producción de arrabio: 70.847 ton (1960)

1970

2 hornos eléctricos de reducción (Demag)

Capacidad: 60.000 ton anuales de arrabio c/u

1 Alto horno a carbón vegetal Ø 5.00 m

(Encendido en 1963 para trabajar con coque, fue transformado  
en 1965 para usar carbón vegetal).

Capacidad en 1970: 500 ton/día

Producción de arrabio: 167.961 ton (1971)

Producción en hornos de reducción: 117.153 ton (121.588 ton en  
1970)

Producción en alto horno: 50.808 ton (no produjo en 1970)

1975

2 hornos eléctricos de reducción (Demag). Capacidad actual: 80.000 ton/año cada uno.

1 alto horno a carbón vegetal Ø 5.50 m (ampliado el diámetro en 1973)

Capacidad: 800 ton/día

Producción de arrabio: 350.969 ton (1975)

Producción en hornos de inducción: 145.365 ton

Producción en alto horno: 205.604 ton

Carga actual en los hornos de reducción:

1.360 kg mineral por ton de arrabio

550 kg de carbón vegetal de arrabio

370 kg escoria de horno eléctrico y de ferromanganeso

El alto horno se carga con mineral de fierro

No se emplea petróleo. Temperatura del aire: 950° C

Capacidad total: 400.000 ton anuales

1980

El alto horno no tendría modificaciones

Se instalará un horno eléctrico de reducción (Demag) de 60.000 KV con una capacidad de 250.000 ton de arrabio al año, que se agregará a los 2 actuales y al alto horno. Puesta en marcha 1980.

1985

En 1985 estaría en producción otro horno eléctrico de reducción, también de 60.000 KV y 250.000 ton de capacidad anual.  
Capacidad total: 920.000 ton/año de arrabio

B. Acería

1960

2 convertidores Bessemer de 20 ton c/u (instalados 1956)  
2 hornos de arco de 28 ton c/u con transformadores de 6.000 KVA  
(Demag)  
Trabajan en duplex  
Capacidad total anual: 120.000 ton  
Producción de acero: 110.895 ton (1960)

1970

2 convertidores LD de 25 ton c/u (Demag)  
(Transformados de los antiguos Bessemer. Inagurados en 1963)  
Precalentamiento de carga sólida desde 1969  
3 hornos de arco de 40 ton c/u, con transformadores de 7.000  
8.000 y 10.000 KVA. (Los dos antiguos ampliados y el 3° agre-  
gado en 1963). Emplean inyección de oxígeno y argón en los  
hornos de arco desde 1969.  
Producción de acero en 1970: 350.680 ton (160.215 ton en LD y  
190.468 ton en hornos eléctricos).

1975

Se mantienen las mismas instalaciones en las acerías LD y eléctrica.

La capacidad efectiva actual de los convertidores es 30 ton cada uno.

Capacidad anual: acería LD: 380.000 ton (con abundante arrabio)  
acería eléctrica: 220.000 ton

Producción 1975:

acero en convertidores: 362.735 ton

acero en hornos eléctricos: 217.958 ton

1980

En Diciembre 1977 se proyecta iniciar la producción de un nuevo convertidor LD Demag de 60 ton (capacidad efectiva alcanzaría a 70 ton), con recipiente intercambiable e instalación de limpieza de gases, y luego desmontar los actuales convertidores.

La capacidad total de acerías alcanzaría a 750.000 ton/año a fines de 1977, ya que por falta de arrabio el nuevo convertidor sólo produciría 530.000 ton. En 1980 la capacidad de producción de acero sería de 930.000 ton anuales.

1985

En 1985 estaría instalado un 2° convertidor de 60 ton, con recipiente intercambiable. La capacidad total de producción de acero sería de 1,2 a 1,5 millones de toneladas. Es posible que junto con el 2° convertidor LD se instale un 4° horno de arco.

C. Semiterminados

1960

1 laminador debastador Demag, trío, con dos cajas de cilindros de  $\emptyset$  750 mm. Instalado en 1956. Capacidad 300.000 ton/año (de lingotes)

1 prensa de extrusión para tubos sin costura de  $\emptyset$  3/4" a 3" y capacidad de 25.000 ton/año. (Mannesmann-Meer, de 1.250 ton).

1970

1 laminador desbastador Demag trío, con tres cajas de cilindros de  $\emptyset$  750 mm. Capacidad 500.000 ton/año de lingotes.

2 prensas de extrusión para tubos sin costura de  $\emptyset$  3/4" a  $\emptyset$  3".

Capacidad conjunta: 50.000 ton/año, Mannesmann-Meer de 1.250 ton

1975

Iguals instalaciones fundamentales de desbaste

Capacidades: laminador de desbaste Demag: 500.000 ton/año

Prensas de extrusión: 70.000 ton/año

Producción efectiva en 1975: 433.983 ton de productos del laminador desbastador. (353.638 ton en tochos para tubos y para perfiles medios) (72.232 ton de tubos obtenidos por extrusión).

D. Laminación (tubos)

1960

1 equipo de producción automática de tubos sin costura de  $\emptyset$  3" a  $\emptyset$  10" (10.3/4 exterior). Compuesto de cinco trenes laminadores tipo Mannesmann-Meer, con mandril. Capacidad anual 120.000 ton.

1970

Iguals instalaciones que en 1960.

Producción de tubos sin costura en planta automática: 62.443 ton (1970).

### 1975

Sólo hay pequeñas modificaciones. Capacidad anual planta automática: 140.000 ton

Producción de tubos sin costura en planta automática: 118.060 ton (1975).

### 1980

Se proyecta instalar en 1977 un laminador de Paso de Peregrino en caliente, para producción de tubos sin costura entre 1.1/2" y 6", de tres bastidores, con capacidad anual de 90.000 ton

### 1985

En 1982 se proyecta instalar un segundo tren laminador de Paso de Peregrino para producción en caliente de tubos sin costura de hasta Ø 24", con una capacidad anual de 150.000 ton. La capacidad anual total de la empresa para producción de tubos sin costura alcanzaría así a 450.000 ton

### Laminación (barras)

En 1970 entró en operación un tren laminador, de secciones medianas, con una capacidad anual de 72.000 ton

En 1975 su capacidad es de 100.000 ton anuales en barras redondas de  $\emptyset$  1/2" a  $\emptyset$  3.1/4".

Producción efectiva: 86.344 ton (1975)

### Recubrimientos

La planta cuenta con instalaciones para el galvanizado en caliente de tubos sin costura.

No hay instalaciones para estañado ni revestimiento de plástico.

### Terminación

La planta cuenta con una sección de trefilación de tubos sin costura, para su estirado y calibración en frío.

La capacidad total de tubos calibrados en frío alcanza a 36.000 ton/año. (Producción efectiva: 34.637 ton en 1975). La planta cuenta con dos laminadores de Paso de Peregrino en frío, que permiten obtener tubos de precisión para fabricar rodamientos. Un segundo laminador entró en operación en 1975.

Capacidad anual: 9.000 ton c/u.

La planta cuenta también con instalaciones para fabricación de tubos con costura. En 1975 produjo 42.051 ton.



6. COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL - C.S.N.  
USINA VOLTA REDONDA  
(Comienza operación: 1946)

A. Fierro primario

1960

Alto horno N°1. Ø 8,38 m. Volúmen útil 1.172 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.400 ton/día (1946).

Alto horno N°2. Ø 8,06 m. Volúmen útil 1.105 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.200 ton/día (1954).

Coquería N°1. 55 hornos 4,57 m x 0,44 m x 12,33 m (17,2 ton carbón c/u) (1946).

Coquería N°2. 65 hornos (+ 3 de alquitrán). Iguales dimensiones que N°1.

Planta de sinter N°1. Dwight Lloyd de 93,6 m<sup>2</sup> superficie y capacidad nominal 2.600 ton/día. (1960)

Producción de arrabio: 784.269 ton (1960)

Producción de coque: 704.085 ton (1960)

Producción de sinter: 67.467 ton (1960) (La producción se inició en Septiembre 1960).

1970

Altos Hornos: Se agregó un 4° recuperador al alto horno N°2 en 1961. Se utiliza petróleo en ambos hornos desde 1965.

Capacidad conjunta de producción 2.800 ton/día.

Coquería y planta de sinter iguales que en 1960.

1970

Producción de arrabio: 1.044.814 ton (1970)  
Producción de coque: 735.413 ton (1970)  
Producción de sinter: 849.952 ton (1970)

1975

Alto horno N°1 Ø 8,38 m. Volúmen útil 1.172 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.600 ton/día.

Alto horno N°2 Ø 8,56 m. Volúmen útil 1.378 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.800 ton/día.

Alto horno N°3 Ø 12,40 m. Volúmen útil 2.935 m<sup>3</sup>. Capacidad 6.000 ton/día.

El alto horno N°3 entró en operación en Mayo de 1976.

Cuenta con 4 recuperadores con cámara de combustión externa.

Temperatura aire: 1.250°C; Presión en el tope: 1,75 kg/cm<sup>2</sup> máx. (inicial 0.75).

Dispositivos para utilizar petróleo y oxígeno

Control automático por computadoras.

Coquería. Entró en operación en Diciembre 1975 la coquería N°3, con 45 hornos tipo Nittetsu, Underjet, de 5,94 x 0,45 x 14,86 m. Capacidad de carga 27 ton de carbón c/u.

La capacidad total de producción de coque de Volta Redonda alcanza ahora a 3.250 ton/día.

Sinter. En 1975 entró en operación la planta de sinter N°2 y en 1976 la N°3, con las siguientes características:

Planta N°2: 166 m<sup>2</sup> y capacidad 27 ton/m<sup>2</sup>/día = 4.500 ton/día

Planta N°3: 166 m<sup>2</sup> y capacidad 35 ton/m<sup>2</sup>/día = 5.800 ton/día

1975

(La producción media efectiva obtenida en las plantas de sinter es la siguiente: Planta N°1: 2.133 ton/día; Planta N°2: 3.415 ton/día; Planta N°3: 4.138 ton/día).

Producción de arrabio: 1.064.019 ton (1975)

Producción de coque: 689.830 ton (1975)

Producción de sinter: 1.417.445 ton (1975)

Se proyecta utilizar un 95% de sinter en los tres altos hornos. Las materias primas se reciben por FF.CC. Tienen sistema volcador de carros que, desde 1975 alcanza las siguientes capacidades de descarga:

Mineral de hierro: 2.250 ton/hora

Carbón: 2.000 ton/hora

1980

En 1980 se completaría la Fase III de ampliación, que incluye las siguientes inversiones adicionales:

Altos hornos: el alto horno N°2 se ampliaría a una capacidad de 2.000 ton/día.

Con respecto al alto horno N°1 se estudian dos alternativas:

a) Demolerlo y construir uno de 3.000 ton/día

b) Demolerlo y construir uno de 6.000 ton/día (igual al N°3)

y en esa alternativa, se dejaría el N°2 como reserva, trabajando sólo con el N°1 y el N°3.

## 1980

Coquería: En 1979 entrarían en operación las baterías N°4 (52 hornos) y N°5 (51 hornos). Los hornos tendrían iguales características que los nuevos de la batería N°3. La capacidad nominal de producción de coque aumentaría en 2.900 ton/día. Sínter: en 1979 entraría en operación una cuarta planta de sínter, de 166 m<sup>2</sup> de área útil, con una capacidad de producción de 38,8 ton/m<sup>2</sup>/día. (6.400 ton/día). La capacidad de producción efectiva de sínter alcanzaría a un total de 6 millones de ton al año.

## 1985

Después de 1980, en que estarían en operación todas las inversiones de la Fase III, no habría nuevas ampliaciones en Volta Redonda. Las nuevas inversiones de la C.S.N. se verificarían en la Usina N°2, que se instalará en Santa Cruz (R.J.).

### B. Acería

#### 1960-

7 Hornos Siemens-Martin de 200 ton c/u, revestimiento básico (1946).

2 Mezcladores de arrabio, de 600 y 800 ton. (En 1960 se instaló un horno N°8, también de 200 ton y se comenzó a colocar bóveda básica en los hornos).

Capacidad de la acería: 1.200.000 ton/año

Producción : 1.005.670 ton (1960).

1970

8 Hornos Siemens-Martin de 200 ton c/u. Todos con bóveda básica y con oxígeno sobre el baño.

Capacidad de producción: 1.700.000 ton/año

Producción: 1.490.949 ton (1970).

1975

Igual que en 1970. Se instala nueva acería LD que entrará en operación en Noviembre 1976.

Producción: 1.490.782 ton (1975)

1980

La acería Siemens-Martin continuaría con las mismas instalaciones o se eliminarían algunos hornos, ya que la mayor producción de acero se obtendría por el proceso LD.

Acería de convertidores de oxígeno LD.

En Noviembre de 1976 se debe iniciar la operación con 2 convertidores de 200 ton. y a principios de 1979 se agregaría un 3er convertidor igual.

3 plantas de oxígeno, de 1.170 ton/día y 2 hornos de cal tipo Maerr, de 800 ton/día.

Capacidad de producción acería LD: 1977 (2 convertidores):

2.000.000 ton; 1980 (3 convertidores): 4.000.000 ton.

1985

Después de terminada la Fase III en 1980, no habría nuevas inversiones en acería en Volta Redonda, sino en la Usina N°2 de C.S.N.

C. Semiterminados

1960

Laminador desbastador dúo reversible, con cilindros de Ø 40"  
(1.089 mm) de diámetro  
12 baterías de hornos de foso, con 24 hornos  
Producción: 716.716 ton (1960)

1970

Las mismas instalaciones que en 1960  
Producción : 844.178 ton (1970)

1975

Las mismas instalaciones anteriores  
Producción: 907.659 ton de planos (1975)  
271.079 ton de no planos (1975)

1980

En Enero de 1977 deberá entrar en operación una máquina de colada continua de planchones, de 2 líneas, con capacidad de 1.000.000 de toneladas anuales. Cucharas de 200 ton. Placas de hasta 150 mm de grosor y 1.260 mm de ancho. En 1979 deberá entrar en operación otra máquina igual de colada continua de planchones, también de 2 líneas, de 1.000.000 de ton de capacidad.

D. Laminación

1960

- 1 Laminador de rieles y perfiles, con tres marcos en línea con cilindros de  $\emptyset$  29" y 23". Motores de 4.000 HP y 1.500 HP.
- 2 Líneas de acabado para perfiles y rieles, con enderezadores
- 1 Laminador descascarador de planchones dúo, con cilindros de  $\emptyset$  28".
- 1 Laminador universal de planchas gruesas, reversible, de cuatro cilindros  $\emptyset$  26" y  $\emptyset$  49".
- 1 Tren para flejes en caliente, semicontínuo, con 6 marcos de 4 cilindros de  $\emptyset$  22.1/2" y 46" y bobinadores.
- 1 Tren para flejes en frío, compuesto de 4 marcos de cuatro cilindros de 18.1/2" y 46".
- 1 Tren para flejes en frío de tres marcos de 4 cilindros de  $\emptyset$  21" y 53".
- 2 Laminadores de temple.

1970

Se han agregado las siguientes unidades:

- 1 Laminador de planchas gruesas, no reversible, con cuatro cilindros de  $\emptyset$  28" y  $\emptyset$  53", con laminador de bordes de 30".

1975

Las principales instalaciones existentes son:

- Laminador de rieles y perfiles, sin modificaciones
- Laminador de productos planos en caliente  
Tren compuesto de 8 marcos en línea, compuesto de 2 marcos de desbaste (uno reversible y otro no)  
6 marcos terminadores  
1 quebradora de escoria  
2 bobinadoras

Las bobinas son de 600 a 1.220 mm de ancho.

- Laminador en frío compuesto de:  
1 tren de 5 marcos de cuatro cilindros  
1 tren de 4 marcos de cuatro cilindros  
2 laminadores de temple

1980

Se instalará un tren laminador continuo de rollos en caliente, con control por computadoras (Laminador N°2).

Se completarán instalaciones de laminación en frío con dos desenrolladoras y una enrolladora. (Ambos trenes quedarán con 5 marcos continuos).

Se instala un laminador de rollos en frío N°3.



E. Recubrimientos

1960

1 Máquina de estañado electrolítico, tipo Ferrostan (1956)  
bobinas de 406 a 965 mm de ancho.

Instalaciones de cromado y de cincado por inmersión.

1970

Una segunda máquina de estañado electrolítico Ferrostan (1970)  
Iguales dimensiones. Bobinadora de salida y equipos de corte.

1975

3a. Línea de estañado electrolítico Ferrostan (1975).

Igual a la N°2.

1 Máquina de galvanizado continuo Armco-Sendzimir (1973) C

Capacidad: 150.000 ton anuales en rollos de 0,25 a 1,52 mm  
de grosor y 610 a 1.219 mm de ancho y hasta 20 ton.

1980

Se proyecta instalar una 4a. línea de estañado electrolítico  
y cromado a fines de 1976 y remodelar la N°2.

Capacidad de producción 600.000 ton de hojalata

1980

Se proyecta instalar una 5a. línea en 1977, con lo que la capacidad en hojalata alcanzaría a 800.000 ton y luego otra 6a. igual.

Para 1978 se proyecta instalar una 2a. y una 3a. líneas de galvanizado continuo similares a la actual, en bobinas de 20 ton. Parte de la producción de bobinas cincadas serían pintadas en línea continua de pintura o con filmes de plástico, hasta una capacidad de 45.000 ton anuales.

F. Terminación

1975

Se ha instalado y está lista para entrar en operación una línea de recocido continuo de bobinas procedentes del laminador en frío. Esta línea trabajará en conjunto con un laminador de temple de doble reducción, que permite calibrar y reducir el grosor al 50%.

Personal

La usina de Volta Redonda cuenta con un total de 14.755 personas, que se subdividen en:

Personal no especializado:	5.288
Personal especializado:	8.177
Ingenieros y nivel superior:	771
Técnicos:	196
Servicios subcontratados:	336

1975

Para el desarrollo de la ingeniería de proyectos siderúrgicos, la C.S.N. cuenta con una empresa subsidiaria, que es COBRAPI. Esta firma ha participado en forma creciente en todas las fases de la ampliación de la planta de Volta Redonda.

7. COMPANHIA SIDERURGICA PAULISTA-COSIPA  
(Inaugurada en 1965)

A. Fierro primario

1970

Alto horno N°1. Ø 8,53 m. Volúmen útil 1.337 m<sup>3</sup> (V-1965)  
3 Recuperadores. Aire a 980°C. Uso de petróleo desde 1969  
Capacidad: 2.000 ton/día

Coquería N°1 y 2: 2 baterías con 62 hornos tipo Otto (1965)  
(4,10 m de alto x 0,45 m x 13,66 m c/u); 16,45 ton de carbón  
seco por horno.  
Capacidad: 370.000 ton/año.

Planta de sinter N°1, tipo Dwight Lloyd, 81,25 m<sup>2</sup>, una pa-  
rrilla (1969).

Capacidad: 20,5 ton/día/m<sup>2</sup> (1.650 ton/día)  
Producción de arrabio: 521.682 ton (1970)  
Producción de coque: 345.710 ton (1970)  
Producción de sinter: 380.321 ton (1970)

1975

Alto horno N°1. Ø 9,09 m. Volúmen útil 1.720 m<sup>3</sup>  
3 recuperadores. Aire a 1.000°C. Capacidad: 2.400 ton/día.

Alto horno N°2. En construcción, se enciende en Julio 1976.

Coquería: N°1 y N°2, sin cambios; N°3 con 35 hornos iguales  
a N°1 y 2 (1973).

Capacidad total coquerías: 570.000 ton/año.

1975

Sínter: Planta N°1 se obtienen 26 ton/m<sup>2</sup>/día (2.100 ton/día)  
Planta N°2, 146 m<sup>2</sup> con 1 parrilla (1973).  
Se obtienen 26 ton/m<sup>2</sup>/día. (3.800 ton/día).

El movimiento de materias primas fue el siguiente en 1975:

Desembarque por mar: 1.695.000 ton. Posee muelle de 150 m y  
10 m profundidad, para barcos de 30.000 T.D.W.

2 Torres descarga de 600 ton/hora c/u.

Por FF.CC.: 1.274.000 ton

Por camiones: 191.000 ton

Producción de arrabio. 680.100 ton (1975)

Producción de coque: 503.500 ton (1975)

Producción de sínter: 1.046.100 ton (1975)

1980

Para 1980 deberán estar terminadas y en operación la Fase II  
de ampliación (1976-1977 con 2.300.000 ton de acero) y la  
Fase III con 3.500.000 ton.

Alto horno:

N°1. Sin cambios respecto a 1975. Trabajaría con 100% sínter,  
2.400 ton/día.

N°2. Se encendió en Julio 1976, con las siguientes caracterís-  
ticas: Ø crisol: 10,90 m, volúmen útil 2.565 m<sup>3</sup>. 3 Estu-  
fas (Cowpers). Aire 1.100°. Capacidad diaria: 4.000 ton.

1980

Para 1980 las características serán:

Ø crisol: 12 m, volúmen útil: 3.000 m<sup>3</sup>, 4 estufas, aire a 1.150°. Usará oxígeno, petróleo y contrapresión.

Capacidad diaria: 6.000 ton.

Coquería: N°1, 2 y 3 se mantienen igual que en 1975

N°4 53 hornos de 6,25 m alto x 0,43 x 15,66 m (1976).

Capacidad carga: 27,27 ton carbón por horno

Capacidad producción: 570.000 ton/año

N°5, igual a la anterior. Entrará en operación en 1977.

Sínter: Planta N°3, de 268 m<sup>2</sup>, tipo Dwight Lloyd.

Capacidad: 10.000 ton/día. Proyectada para operación en 1979.

Las plantas N°1 y 2 alcanzarían producciones de 30 ton/m<sup>2</sup>/día.

B. Acería

1970

2 Convertidores de oxígeno LD de 75 ton c/u (1965)

Capacidad: 700.000 ton anuales

Producción: 563.500 ton (1970)

1975

2 Convertidores LD de 75 ton c/u  
1 Convertidor LD de 100 ton (1973)  
1 Convertidor LD de 100 ton en instalación  
programado fin 1976.  
Capacidad: 1.300.000 ton anuales  
Producción: 788.900 ton (1975)

1980

Se habrán completado dos acerías separadas.

Acería N°1 con 2 convertidores de 75 ton y 2 de 100 ton.  
Capacidad: 2.300.000 ton anuales  
Acería N°2 con convertidores de 130 ton c/u. (1979)  
Capacidad: 1.300.000 ton anuales

C. Semiterminados

1970

Laminador desbastador dúo reversible con cilindros Ø 63"  
(1.600 mm). (1964)  
MESTA. Capacidad 1.000.000 ton/año  
6 baterías de 2 hornos de foso c/u.

1975

Se agregan 16 hornos LOFTUS de 120 ton (Nov. 1975)  
La capacidad del desbastador aumenta a  
2.300.000 ton (máximo).  
Producción: 711.800 ton de semiterminados, a  
partir de 798,267 ton de lingotes procesados.

1980

El tren desbastador se mantendrá igual  
Colada continua de planchones para iniciar operación en 1979  
Máquina CONCAST curva, de tres líneas, para anchos de 1.000  
a 1.900 mm y grosor de 180 a 300 mm. Capacidad cuchara: 130 ton.  
Capacidad anual: 1.200.000 ton.

D. Laminación

1970

Los principales equipos de laminación de COSIPA y sus años  
de inicio de operación son los siguientes:

- Laminador de planchas gruesas, cuadro reversible (XII-1963)  
cilindros Ø 54" (1.370 mm)  
Capacidad: 720.000 ton anuales
- Laminador de chapas y bobinas en caliente marca (IV-1964)  
MESTA. Tren continuo, con 5 marcos de 4 cilindros  
c/u, para planchas y bobinas de 66" de ancho.  
Capacidad: 720.000 ton anuales



1970

- Laminador de bobinas en frío (X-1964)  
Tren con tres marcos de 4 cilindros y un laminador de temple. 18 hornos de recocido tipo campana, sistema Lee Wilson.  
Capacidad: 500.000 ton anuales en bobinas de hasta 1,52 m ancho.

1975

Se mantienen las mismas instalaciones de laminación que en 1960. Se está instalando un laminador de planchas anchas de hasta 4 m que deberá iniciar su operación en 1977.

1980

Laminador de planchas gruesas anchas, para uso naval (1977)

Proyecto: Nippon Steel. Equipo: Mitsubishi

Planchas de 1.000 a 4.000 mm de ancho; 4,5 a 150 mm de grosor y 7 a 48 m de largo (hasta de 20 ton).

Incluye un laminador dúo reversible con cilindros de  $\emptyset$  42" (1.070 mm) con 2 motores de 4.500 HP.

Capacidad anual:

1a. etapa (1977):	600.000 ton
2a. etapa (1979):	1.000.000 ton
3a. etapa (1980-81):	1.600.000 ton

E. Recubrimientos

COSIPA no posee líneas de estañado electrolítico ni galvanizado continuo ni existen proyectos para su instalación.

F. Terminación

No se cuenta con instalaciones especiales para terminación superficial ni calibrado de aceros.

8. USINAS SIDERURGICAS DE MINAS GERAIS S.A. - USIMINAS  
(Inagurada en 1962)

A. Fierro primario

1960

No hay

1970

Alto horno N° 1 Ø 7,30 m; volúmen útil 957 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.500 ton/día (1962).

Alto horno N° 2 Ø 7,00 m; volúmen útil 891 m<sup>3</sup>. Capacidad 1.400 ton/día (1965).

Coquería N° 1. Bateria de 50 hornos de 12,7 ton c/u. Capacidad 900 ton/día.

Coquería N° 2. Bateria de 50 hornos de 12,7 ton c/u. Capacidad 900 ton/día.

Planta N° 1 de sinter, Dwight LLOYD de 3.800 ton/día. Capacidad inicial 2.200 ton/día (1962).

Producción de arrabio: 760.818 ton (1970).

Producción de coque: 533.659 ton (1970).

Producción de sinter: 1.181.564 ton (1970).

1975

Alto horno N° 1 (1962) Ø inicial 7,00 m (aumentado a Ø 7,30).

Alto horno N° 2 (1965) Ø inicial 7,00 m (se mantiene).

Volúmen útil inicial 885 m<sup>3</sup> aumentado a 957 m<sup>3</sup> y a 891 m<sup>3</sup>.

Operan con 1.030° C de temperatura del aire; quemadores de petróleo desde 1970; utilizan 80% de sinter en la carga; sistema de carga discontinuo (skips).

Alto horno N° 3 (Diciembre 1974) Ø 11,50 m. Volúmen útil 2.700 m<sup>3</sup>. Capacidad 5.900 ton/día.

Opera con aire a 1.100° C; inyección de petróleo (normal 60 kg/ton); enriquecimiento de oxígeno (medio 10.000 Nm<sup>3</sup>/h); sistema de carga continúa (cinta transportadora); 28 toberas, 2 orificios para arrabio y uno para escoria. Operación automática por computador. Contrapresión de 0,7 a 1,0 kg/cm<sup>3</sup>.

Coquerías N° 1 y 2. Capacidad 900 ton/día c/u, son del tipo "Nittetsu under Jet".

Coquería N°3 con 55 hornos de 6,0 m alto x 0,45 m ancho x 15,70 m fondo.

Volúmen útil 33,6 m<sup>3</sup> cada horno, con capacidad de 27 ton de carbón seco.

Capacidad de la coquería N° 3: 1.500 ton/día.

Rendimiento coque/carbón = 0,75. Apagado con agua.

Planta sinter N° 1 Dwight Lloyd (1962) con capacidad de 3.800 ton/día,

Planta sinter N° 2 Dwight Lloyd (1974) con área útil de 180 m<sup>2</sup>. Capacidad 7.200 ton/día.

Producción de arrabio: 1.675.663 ton (1975)

Producción de coque: 1.020.521 ton (1975)

Producción de sinter: 2.871.200 ton (1975)

Reciben las materias primas por FF.CC. Tienen sistema volcador de carros, que desde 1974 alcanza la siguiente capacidad de descarga:

Mineral de fierro: 840 ton/hr (12 vagones de 70 ton por hora )

Carbón: 750 ton/hr (30 vagones de 25 ton por hora)

1976 - 1978

En esos años se complementará la Fase III de desarrollo, que en el área de fierro primario incluye una Coquería N° 4, de 1.500 ton/día de capacidad e idéntica a la N° 3 ya descrita y una Planta de sínter N° 3, de 7.200 ton/día de capacidad e idéntica a la N° 2 ya descrita. En el alto horno N° 3 se agregará un cuarto recuperador tipo Cowper para aumentar la temperatura de soplado, subiendo la capacidad diaria normal a 6.000 ton (6.500 máximo).

Las capacidades de producción en el área de fierro primario alcanzarán en 1978 a:

Arrabio	8.900 ton/día	3.200.000 anuales
Coque	5.000 ton/día	1.800.000 anuales
Sínter	18.200 ton/día	6.090.000 anuales

## Reducción directa

USIMINAS ha firmado acuerdo con los productores del sistema MIDREX para estudiar la producción de prerreducidos utilizando los gases de coquería de la planta, para emplear material pre-reducido en los convertidores LD.

### B. Acería

1960

No hay

1970

2 convertidores de oxígeno (LD) de 75 ton c/u (año 1963)  
Capacidad de producción: 900.000 ton  
Producción de acero: 850.235 ton (1970)

1975

3 convertidores LD de 75 ton c/u (2 de 1963 y 1 de 1973)  
Capacidad de producción: 1.600.000 ton/año  
2 convertidores LD de 160 ton c/u. (Septiembre 1975, acería N° 2).  
Capacidad de producción: 1.000.000 ton/año inicial, que aumentará a 1.600.000 en 1976.

Producción total de acero: 1.770.564 ton (1975)

Tratamiento de gases por el sistema OG, con filtros de bolsa para eliminación de polvo instalado en los convertidores de 160 ton. En 1977 se instalará igual sistema en los convertidores de 75 ton y posteriormente se recuperarán los gases para utilizar su poder calorífico.

1976 - 1978

Nueva planta de oxígeno, que permita elevar la capacidad de la acería a 3.600.000 ton anuales.

1980 - 1985

Las modificaciones y ampliaciones posteriores consistirían sólo en una optimización de las instalaciones, a un nivel de producción de alrededor de 3.800.000 ton anuales, que se considera el máximo aconsejable para la planta de USIMINAS.

C. Semiterminados

1960

No hay

1970

1 laminador desbastador dúo reversible con cilindros Ø 1.150 mm (Entró en operación en 1963, con una capacidad inicial de 500.000 ton/año). Posee dos motores gemelos de 5.000 HP c/u.

1975

Capacidad del laminador desbastador aumentada a 1.500.000 ton anuales mediante nuevos hornos de foso.

1976 - 1978

2 máquinas de colada continua de planchones, de 2 líneas c/u (máquinas curvas, con molde curvo, para cucharas hasta 160 ton).

Fabricante: Hitachi. Inaguradas en Enero de 1976.

Dimensiones placas: grosor 300 a 160 mm; ancho 1.910 a 940 mm y largo: 7.200 a 3.600 mm.

Peso máximo 32 ton y mínimo 4,1 ton { Máx.  $300 \times 1.910 \times 7.200 = 32$  ton  
Mín.  $160 \times 940 \times 3.600 = 4.1$  ton

1 máquina de colada continua igual para 1978.

La capacidad total alcanzará en 1978 a 2.100.000 ton de planchones producidos por colada continua y el resto por lingoteo convencional, hasta alcanzar a 3.250.000 ton.

1980 - 1985

Las máquinas de colada continua instaladas podrán aumentar su capacidad, pasando a producir planchones de hasta 150 mm de espesor, adquiriendo los equipos complementarios.

La capacidad final límite de la planta en semi-terminados sería del orden de 3.500.000 ton.



D. Laminación

1960

No hay

1970

1 tren laminador dúo reversible Ø 46" (1.170 mm) y laminador cuarto reversible Ø 36" (927 mm) para planchas gruesas de hasta 2.750 mm de ancho (instalado en 1964).

1 tren laminador contínuo de plancha delgada y bobinas laminadas en caliente, en espesores de 1,5 a 9,6 mm y ancho de 1.830 mm. Consta de un laminador cuadro con 6 marcos en tadem Ø 27" (685 mm) y dos enrolladores.

Motores de 5.500, 5.000 y 4.000 HP. Instalado en 1964.

Capacidad de producción: 80.000 ton/mes (960.000 anuales).

1 tren laminador de plancha delgada en frío, cuadro reversible Ø 22" (540 mm). Instalado en 1965.

Produce planchas en frío de 0,6 a 2,3 mm de espesor, hasta 1.570 mm ancho y bobinas de 0,6 a 2,66 mm por 750 a 1.570 mm de ancho y hasta 18 ton.

Capacidad actual: 18.000 ton/mes (215.000 anuales).

1976 - 1978

Se ha instalado y debe iniciar su operación en Octubre de 1976 un tren laminador de planchas gruesas anchas de las siguientes características:

Dúo reversible Ø 42" (1.070 mm) con 2 motores 4.500 HP  
Producirá planchas gruesa de 4,5 a 150 mm de espesor  
(Peso hasta 20 ton) 1.000 a 4.000 mm de ancho  
7.000 a 48.000 mm de largo

Capacidad en 1a. etapa (1976 a 1978): 50.000 ton/mes  
(600.000 anuales)

1980

Capacidad del laminador de planchas gruesas anchas aumentado a 83.000 ton/mes (1.000.000 ton anuales).

1985

La capacidad del laminador de planchas gruesas anchas se habrá aumentado a 135.000 ton/mes (1.600.000 anuales).

E. Recubrimientos

No posee líneas de estañado electrolítico ni galvanizado continuo. No hay proyectos para su instalación.

F. Terminación

USIMINAS no posee instalaciones especiales para terminación superficial de sus aceros.

USIMINAS tiene participación importante en USIMEC, que es una empresa de estructuras, calderería y mecánica pesada, especializada en la fabricación de equipo siderúrgico.

G. Personal

USIMINAS cuenta con un personal total de 10.500 personas.

Incluye departamentos especializados en desarrollo y transferencia tecnológica, tales como:

Centro de Investigación con 210 funcionarios, que incluye 52 a nivel técnico superior y 75 de nivel medio.

Superintendencia de Ingeniería, con 243 personas, incluyendo 167 de nivel superior y 40 de nivel medio.

9. ACERIAS PAZ DEL RIO

A. Fierro primario

- Ferrocarril de 30 km entre minas y planta
- 43 hornos de coque Koppers-Becker, de 15 ton c/u
- 1 alto horno de crisol de 18,9" para 600 ton/día  
Producción de arrabio: 176.215 ton (1960)

1970

- Ferrocarril eléctrico de 32 km entre minas y planta
- 43 hornos de coque Koppers-Becker, de 15 ton c/u
- Alto horno de crisol ampliado de 19'6" (5,94 m) para 600 ton diarias de arrabio
- 1 planta de sinterización. Capacidad 1.200 ton/día. Sistema Dwait Lloyd. Superficie de parrilla 68 m<sup>2</sup> (1968)  
Producción de arrabio 1970: 229.000 ton

1975

- Ferrocarril eléctrico de 32 km entre minas y planta
- Se cambia antigua coquería por una nueva de 57 hornos con capacidad de 1.415 ton/día. Ing. de Republic Steel
- Alto horno de crisol ampliado a 19'6" (5,94 m) para 600 ton diarias de arrabio

- 1 planta de sinterización. Capacidad 1.200 ton/día. Sistema Dwight Lloyd. Superficie de parrilla 68 m<sup>2</sup> (1968)  
Producción de arrabio 1975: 296.800 ton

1976

Se inyectará oxígeno al alto horno. Se construirá 2° alto horno. Capacidad aproximada 2.000 ton/día

B. Acería

1960

- 3 convertidores Thomas de 20 ton c/u
  - 1 horno eléctrico de 15 ton
- |                          |               |        |
|--------------------------|---------------|--------|
| Producción acero: Thomas | 136.620       | (1960) |
| Eléctrico                | <u>35.704</u> | (1960) |
| Total                    | 172.324       | ton    |

1970

- 3 convertidores Thomas de 20 ton c/u
  - Se amplía horno eléctrico a 20 ton. Capacidad 40.000 ton/año aproximadamente
- Producción acero 1970: 270.000 ton

1975

- 3 convertidores Thomas de 10 ton c/u
- Se amplía horno eléctrico a 20 ton. Capacidad 40.000 ton/año aproximadamente

Producción acero 1975: 266.608 ton

1976

- Se transformarán los hornos Thomas en convertidores de oxígeno del tipo LWS y se agregaría un convertidor LWS.

C. Semiterminados

1960

- 1 trío desbastador de cilindros de 28" de diámetro, en línea con 2 tríos de 26"

1970

- 1 trío desbastador de cilindros de 28" de diámetro, en línea con 2 tríos de 26"
- 1 dúo desbastador para estructurales y planos con cilindros de 44" Blooming Slabing

Capacidad nominal 1.000.000 ton/año  
Producción efectiva máxima: 250.000

1975

- 1 trío desbastador de cilindros de 28" de diámetro, en línea con 2 tríos de 26"
- 1 dúo desbastador para estructurales y planos con cilindros de 44" Blooming Slabing

Capacidad nominal: 1.000.000 ton/año  
Producción efectiva máxima: 250.000

1976 - 1980

Colada continua de palanquillas

D. Laminados

1960

- 1 tren laminador estructural en línea de 3 tríos de 18" de diámetro
- 5 laminadores de 12"
- 2 laminadores de 10"
- 1 tren continuo de 6 laminadores de 10"
- 1 planta de trefilación con equipo de decapado estirado, galvanizado y formadora de alambre de púas

Capacidad: 24.000 ton de rieles y perfiles pesados  
 60.000 ton redondos y perfiles livianos  
 36.000 ton alambre

La producción de laminados fué:

Rieles, eclisas, etc.	8.600
Perfiles pesados	4.500
Perfiles livianos	17.400
Barras concreto	51.200
Alambrón	31.500

1970

- 1 tren reversible de 56" para planos, tipo Steckel. Capacidad nominal 400.000 ton/año
  - 1 tren laminador en línea para productos estructurales compuesto de: 3 laminadores tríos de 18" de diámetro, 5 laminadores dúos de 12" y 2 laminadores dúos de 10"
  - 1 tren continuo para alambrón con 6 laminadores de 10"
- |                  |                        |                   |
|------------------|------------------------|-------------------|
| Producción 1970: | Alambrón               | 70.000 ton        |
|                  | Barras                 | 73.000 ton        |
|                  | Chapas y laminadores   | 20.600 ton        |
|                  | Palanquilla para venta | <u>10.400 ton</u> |
|                  |                        | 184.000 ton       |

1975

- 1 tren reversible de 56" para planos, tipo Steckel. Capacidad nominal 400.000 ton/año
- 1 tren laminador en línea para productos estructurales compuesto de: 3 laminadores tríos de 18" de diámetro, 5 laminadores dúos de 12" y 2 laminadores dúos de 10"



- 1 tren continuo para alambrión con 6 laminadores de 10"		
Producción 1970:	Alambrión	70.000 ton
	Barras	73.000 ton
	Chapas y laminadores	20.600 ton
	Palanquilla para venta	<u>10.400 ton</u>
		184.000 ton

1976

Se proyecta instalar laminador en frfo. Capacidad inicial  
200.000 ton, final 300.000 ton/año

Personal ocupado en 1970:

Directivos y ejecutivos	194
Ingenieros	178
Personal técnico	434
Obreros calificados de operación	3.185
Personal calificado de administración	776
Personal no calificado	<u>1.989</u>
	6.756

10. COMPAÑIA DE ACERO DEL PACIFICO CAP

A. Fierro primario

1960

- 1) 70 hornos de coquificación Koppers-Becker del tipo under-jet.
- 2) Planta subproductos: amoníaco, alquitrán, benzol, benzeno, tolueno y xileno.
- 3) 1 Alto horno con crisol de 6.32 m de diámetro y volúmen útil de  $712 \text{ m}^3$ , capacidad media de producción: 850 ton/día.  
4 Regeneradores Cowper, 2 maquinarias soplantes: capacidad  $1.400 \text{ m}^3$  c/u por minuto (Junio 1950).
- 4) 1 máquina de una sola línea para lingotear arrabio, capacidad 50 ton/hora. Producción arrabio: 265.950 ton (1960).

1970

- 1) 70 hornos de coquificación Koppers-Becker del tipo under-jet.
- 2) Planta subproductos: amoníaco, alquitrán, benzol, benzeno, tolueno y xileno.
- 3) 1 Alto horno con crisol de 6.32 m de diámetro y volúmen útil de  $712 \text{ m}^3$ ; 4 generadores Cowper. 2 Maquinarias soplantes: capacidad  $1.400 \text{ m}^3$  c/u por minuto (Junio 1950), con sistema de inyección de petróleo por las toberas y de oxígeno en el viento. Capacidad media de producción: 1.250 ton/día.

1970

- 1 Alto horno con crisol de 6,32 m de diámetro, sistema de inyección de petróleo por las toberas y 715 m<sup>3</sup> de volumen útil, altura total 73 m, capacidad 1250 ton/día, 3 regeneradores Cowper (Abril 1966).
  
- 4) 1 máquina de una sola línea para lingotear arrabio capacidad 50 ton/hora.  
Producción arrabio: 481.000 ton (1970)

1975

- 1) 70 hornos de coquificación Koppers-Becker del tipo under-jet.
- 2) Planta subproductos: amoníaco, alquitrán, benzol, benzeno, tolueno y xileno.
- 3) 1 Alto horno con crisol de 6.32 m de diámetro y volumen útil de 712 m<sup>3</sup>; 4 generadores Cowper. 2 Maquinarias soplantes: capacidad 1.400 m<sup>3</sup> c/u por minuto, con sistema de inyección de petróleo por las toberas y de oxígeno en el viento. Capacidad media de producción: 1.250 ton/día.
  
- 4) 1 Máquina de una sola línea para lingotear arrabio capacidad 50 ton/hora.  
Producción arrabio: 416.500 ton (1975).

## 1976-1980

En 1976 se amplió el diámetro del alto horno N°2 a 7,01 m quedando con 853 m<sup>3</sup> de volúmen útil y capacidad de 1.400 m<sup>3</sup>/día. Se instalará nuevo soplador de 2.830 m<sup>3</sup>/min con motor de 12.000 HP.

### B. Acería

#### 1960

- 3 Hornos Siemens-Martin, básicos, estacionarios de 100 ton de capacidad.
- 1 Horno Siemens-Martin, básico estacionario, de 200 ton de capacidad.
- 2 Convertidores Bessemer ácido de 15 ton de capacidad de carga c/u sin uso a la fecha.

Producción de acero: 421.554 ton (1960)

#### 1970

- 2 Hornos Siemens Martin, básicos, estacionarios de 200 ton de capacidad equipados con inyección de oxígeno por lanzas y quemadores.
- 2 Hornos Siemens-Martin, básicos estacionarios de 100 ton capacidad, equipados con inyección de oxígeno por los quemadores.

Producción acero 547.000 ton (1970).

## 1975

- 2 Hornos Siemens Martin, básicos, estacionarios de 200 ton de capacidad, equipados con inyección de oxígeno por lanzas y quemadores.
- 2 Hornos Siemens Martin, básicos estacionarios de 100 ton capacidad, equipados con inyección de oxígeno por los quemadores.

Producción de acero 458.000 ton (1975)

- Acería de oxígeno. 2 Convertidores de 100 ton c/u capacidad 1.000.000 ton/año (1976).

Planta de oxígeno N°2 capacidad 290 ton/día de oxígeno

Planta de cal de 2 hornos con discos rotatorios

Calcimatic - de 100 ton/día c/u.

## 1976-1980

No hay inversiones previstas después de iniciada la operación de la acería de oxígeno (Mayo 1976). La acería Siemens-Martin se reducirá a uno o dos hornos.

### C. Semiterminados

#### 1960

- 1) 8 Hornos de foso de 50 ton métricas c/u.
- 2) 1 Laminador desbastador para tochos y planchones, dúo reversible con cilindros de 32" diámetro y 78 " largo, accionado con motor c.c. de 3.500 HP. capacidad de producción por hora 50 a 100 ton según dimensiones finales producto desbastado.

1960

- 3) 1 Laminador trío para laminación de palanquilla, con cilindros de 26" y 68" de largo. Motor de 2.500 HP.

1970

- 1) 8 hornos de foso de 50 ton métricas c/u  
2 hornos de foso de 100 ton métricas c/u
- 2) 1 laminador desbastador para tochos y planchones, dúo reversible con cilindros de 32" diámetro y 78" largo, accionado con motor c.c. de 3.500 HP capacidad de producción por hora 50 a 100 ton según dimensiones finales producto desbastado.

1975

- 1) 8 hornos de foso de 50 ton métricas c/u  
2 hornos de foso de 100 ton métricas c/u  
3 hornos de foso de 50 ton métricas c/u
- 2) 1 laminador desbastador para tochos y planchones, dúo reversible con cilindros de 32" diámetro y 78" largo, accionado con motor c.c. de 3.500 HP capacidad de producción por hora 50 a 100 ton según dimensiones finales producto desbastado.
- 3) 2 laminadores dúo  $\emptyset$  18" para producir palanquilla en combinación con el laminador trío de  $\emptyset$  26".

1976-1980

- Colada continua de planchones. Capacidad estimada entre 300 a 400.000 ton/año, de 585 a 1.050 mm de ancho por 145 a 155 mm de grosor.
- La capacidad del laminador desbastador aumenta a 750.000 toneladas de lingotes por año.

D. Laminación

1960

Productos planos

- 1) 1 Horno calentamiento planchones. Capacidad 50 ton/hora
- 2) 1 Laminador trío de desbaste intermedio con cilindros de 34 y 22" de diámetro por 100" largo y dispositiva laminación vertical montado en el lado de la salida del laminador. Motor de C.A. de 3.000 HP. Trabaja alternativamente como unidad de desbaste del cuarto reversible/Steckel y para la producción de plancha gruesa.
- 3) 1 Laminador cuarto reversible con un bastidor de rodillos de 24,75 y 45" de diámetro y 48" largo. Motor c.c. de 4.000 HP. Laminador tipo Steckel, para bobinas laminadas en caliente.
- 4) 1 Línea de decapado continuo para rollos de 24" y 41" de diámetro.
- 5) 1 Laminador cuarto de tres bastidores con rodillos 21" y 53" de diámetro para laminar en frío. Puede procesar rollos de 48" de ancho. Velocidad de salida aproximada: 1.400 pies/min.
- 6) 1 Línea de limpieza alcalina

- 7) 1 Bateria de hornos de recocido de rollos con atmósfera controlada con: 6 hornos cilíndricos del tipo campana de 72" de diámetro y 156" altura; 18 bases portátiles con difusiones y sellos de arena; 2 equipos generadores de gas inerte (Deox Gas); 10 enfriadores de tiro forzado.
- 8) 1 Laminador cuarto de un bastidor para temple mecánico con rodillos de 19" de diámetro y 48" de largo.
- 9) 1 Línea de guillotinado de plancha delgada, con tijera volante y calibrador magnético, capacidad máxima 25 ton/hr.
- 10) 1 Línea de guillotinado plancha delgada para hojalata, provista de 3 apiladores automáticos, capacidad 18 ton/hora.

Productos no planos

- 11) 1 Horno calentamiento palanquilla con sistema de carga por un extremo y descarga lateral.
- 12) 1 Laminador trío desbastador de 18" con mesa basculante. Motor C.A. de 1.000 HP.
- 13) 1 Laminador dúo vertical de 22" con motor c.c. de 100 HP.
- 14) 5 Laminadores dúos de 14". Los tres primeros bastidores dispuestos en tren continuo y los dos últimos paralelos a los primeros motores de c.c. de 400 y 900 HP.
- 15) 2 Laminadores dúos de 12" con motor c.c. de 1.000 HP
- 16) 2 Laminadores de 10" con motor c.c. de 600 HP
- 17) 1 Juego de 3 repetidores dúos en 4 bastidores para alambón de hasta 10 mm de diámetro y uno de cuatro repetidores para laminar fleje hasta 4" de ancho.



1960

- 18) 1 Tren continuo dúo de 10" y seis bastidores para terminación de alambón (5.5 a 10 mm) motor de 1.500 HP.

Producción laminadores (1960):

Perfiles pesados, calisas, etc.	14.500 ton
Perfiles livianos	14.500
Barras concreto	38.000
Alambón	54.700
Flejes	10.400
Planchas de más de 4.75 mm	34.300
Láminas menos 4.75 mm	103.000
Otros laminados	<u>5.000</u>
	275.000

- 19) Línea de tubos Yoder soldados por resistencia eléctrica en diámetros de Ø 6, 8 y 10 pulgadas.

1970

- 1) 1 Horno calentamiento planchones. Capacidad 50 ton/hora
- 2) 1 Laminador trío de desbaste intermedio con cilindros de 34 y 22" de diámetro por 100" largo y dispositiva laminación vertical montado en el lado de la salida del laminador. Motor de C.A. de 3.000 HP. Trabaja alternativamente como unidad de desbaste del cuarto reversible/Steckel y para la producción de plancha gruesa.

- 3) 1 Laminador cuarto reversible con un bastidor de rodillos de 24,75 y 45" de diámetro y 48" largo. Motor c.c. de 4.000 HP. Laminador tipo Steckel, para bobinas laminadas en caliente.
- 4) 1 Línea de decapado continuo para rollos de 24" y 41" de diámetro.
- 5) 1 Laminador cuarto de tres bastidores con rodillos 21" y 53" de diámetro para laminación en frío. Puede procesar rollos de 48" de ancho. Velocidad de salida aproximada 1.400 pies/min.
- 6) 1 Línea de limpieza alcalina.
- 7) Aumentan de 6 a 10 hornos de recocido de rollos de 72" diámetro; de 18 a 27 bases portátiles; de 2 a 4 equipos generadores de gas inerte (3 generadores DX y 1 HNX) y de 10 a 15 los enfriadores de tiro forzado.
- 8) 1 Laminador cuarto de un bastidor para temple mecánico con rodillos de 19" de diámetro y 48" de largo.
- 9) 1 Línea de guillotinado de plancha delgada, con tijera volante y calibrador magnético, capacidad máxima 25 ton/hora.
- 10) 1 Línea de guillotinado plancha delgada para hojalata, provista de 3 apiladores automáticos, capacidad 18 ton/hora.
- 11) 1 Horno calentamiento palanquilla con sistema de carga por 1 extremo y descarga lateral.
- 12) 1 Laminador frío desbastador de 18" con mesa basculante. Motor C.A. de 1.000 HP.
- 13) 1 Laminador vertical de 22" con motor C.C. de 100 HP
- 14) 5 Laminadores dúos de 14". Los tres primeros bastidores dispuestos en tren continuo y los dos últimos paralelos a los primeros motores de c.c. de 400 y 900 HP.

1970

- 15) 2 Laminadores dúos de 12" con motor c.c. de 1.000 HP.
- 16) 2 Laminadores de 10" con motor c.c de 600 HP.
- 17) 6 Juegos de repetidores en vez de 7
  - 4 enrolladores alambrón
- 18) 1 Tren continuo dúo de 10" y seis bastidores para terminación de alambrón (5.5 a 10 mm) motor de 1.500 HP.

Producción laminación (1960):

Perfiles pesados, calisas, etc.	14.500 ton
Perfiles livianos	14.500
Barras concreto	38.000
Alambrón	54.700
Flejes	10.400
Planchas de más de 4.75 mm	34.300
Láminas menos 4.75 mm	103.000
Otros laminados	<u>5.000</u>
	275.000

- 19) 1 Línea Yoder de producción de tubos, por resistencia eléctrica, se agregan tubos de  $\emptyset$  12".
- 1 Línea de fabricación de tubos formados de 16" a 54" de diámetro, con soldadura continua sumergida.

Producción laminadores	<u>1970</u>
Perfiles livianos	58.539
Barras para hormigón	79.342
Alambrón	48.175
Flejes	2.000
Planchas $>$ 4,75 mm	74.997
Planchas $<$ 4,75 mm	175.170
Otros	<u>800</u>
	439.027

1975

- Se reemplaza en 3) Steckel el Stand actual por cuatro stand en serie capacidad de la unidad aumentará a 575.000 con rollos de 5 ton y 1 m de ancho.

1976-1980

El laminador de rollos en caliente se ampliará hasta un total de 6 stands en serie, para producir rollos de hasta 20 ton de peso y 1,50 m de ancho.

E. Terminación

1960

- 1) 2 líneas de cincado por inmersión con capacidad de 30.000 ton/año c/u.
- 2) 4 líneas de estañado por inmersión de 7,2 ton por turno de 8 horas c/u.  
1 línea de estañado por inmersión de 13,1 ton por turno de 8 horas.

1970

- 1) 2 Líneas de cincado por inmersión con capacidad de 30.000 ton/año c/u.
- 2) 4 Líneas de estañado por inmersión de 7,2 ton por turno de 8 horas c/u.  
1 Línea de estañado por inmersión de 13.1 ton por turno de 8 horas.
- 1 Línea de estañado electrolítico tipo Ferrostan

Personal:	Directivos y profesionales	384
	Técnicos y administrativos	4.378
	Obreros:	<u>2.307</u>
		7.069

11. ALTOS HORNOS DE MEXICO S.A. "AHMSA"

A. Fierro primario

Coquería

1960

- 114 hornos de retorta Koppers-Essen, con departamento de sub-productos

Altos Hornos

- 1 alto horno de 75'9" de altura y 15'6" de diámetro de crisol
- 1 alto horno de 84'6" de altura y 21' de diámetro del crisol

Producción arrabio: 464.102 ton (1961)

1970

- 183 hornos de retorta Koppers Compound, con departamento de sub-productos
- Altos hornos
  - 38 m de altura y 3 m de diámetro crisol
  - 56 m de altura y 5,18 m de diámetro crisol
  - 65 m de altura y 6,63 m de diámetro crisol
  - 69 m de altura y 6,68 m de diámetro crisol
  - 65 m de altura y 7,50 m de diámetro crisol

- Planta de sinter: 2 plantas, una de 1.000 ton/día de capacidad, tipo "Greenawalt" con 4 bandejas de 14 cm<sup>2</sup> c/u y otra de 4.500 ton/día de capacidad tipo continuo "Mc Dowell" con parrilla de cadena sinfín.

Producción de sinter 1970: 1.163.870 ton

Producción de coque 1970: 830.000 ton

Producción arrabio 1970: 1.089.000 ton

### 1975

- 218 hornos Koppers para coquizar. Producción 1975 1.450.000 ton/año
- Altos hornos
  - 38 m de altura y 3 m de diámetro crisol
  - 56 m de altura y 5,18 m de diámetro crisol
  - 65 m de altura y 6,63 m de diámetro crisol
  - 69 m de altura y 6,68 m de diámetro crisol
  - 65 m de altura y 7,50 m de diámetro crisol
- Planta de sinter: 2 plantas, una de 1.100 ton/día de capacidad, tipo "Greenawalt" con 4 bandejas de 14 m<sup>2</sup> c/u y otra de 4.500 ton/día de capacidad tipo continuo "Mc Dowell" con parrilla de cadena sinfín.

### 1976 - 1985

- 95 hornos Koppers adicionales. Capacidad de producción de coque: 2.460 ton/día
- Alto horno N° 5. Capacidad nominal 4.500 ton/día

Diámetro crisol 11,2 m. Volúmen útil: 2.163 m<sup>3</sup>. Temperatura soplo 1.215° C. Presión tragante 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

B. Acería

1960

- 3 hornos de hogar abierto Siemens-Martin básicos, estacionarios de 110 ton métricas c/u

Producción de acero: 415.368 ton (1959)

1970

- 11 hornos Siemens-Martin con capacidad: 4 de 225 ton; 2 de 150 ton; 2 de 125 ton; 2 de 85 ton y 1 de 65 ton por colada
- 2 convertidores BOF con capacidad nominal de 70 ton/colada cada uno

Producción lingotes acero 1970: 1.513.837 ton

1975

- 11 hornos Siemens-Martin (8 en Monclova y 3 en Piedras Negras)  
Características: 4 de 225 ton; 1 de 215 ton; 3 de 135 ton; 2 de 100 ton y 1 de 90 ton/colada. Capacidad nominal 1.400.000 ton/año



- 3 convertidores BOF de 70 ton/colada cada uno. Capacidad 1.000.000 ton/año

Producción de acero en 1975: 2.125.800 ton

1976 - 1985

- 1 convertidor BOF en planta 2, con proyecto para 2 adicionales, todos de 125 ton/colada

Capacidad final de acería: 3.750.000 ton en 1977

C. Semiterminados

(1960)

- 3 fosos de recalentamiento de lingotes, a petróleo y gas de coquería
- 1 laminador desbastador de 40" x 96" para lingotes de 12 ton y reducirlo a planchones (puesta en marcha 1961)

1970

- 24 fosas de recalentamiento, con capacidad 200 ton/hora
- 1 desbastador de 40" x 96". Capacidad de planchones: 1.240.000 ton/año

1975

- 24 fosas de recalentamiento. Capacidad 200 ton/hora
- 15 fosas de recalentamiento con capacidad de 120 ton/hora para desbastador N° 2 de tochos
- 1 desbastador N° 1 de 40" x 96". Motores de 3.000 HP c/u
- 1 desbastador N° 2 de 2 rodillos de 38" x 86", con motores de 3.000 HP c/u. (En operación desde 1971)

1976 - 1985

- Se agregará en planta N° 2 de Monclova una máquina de colada continua de planchones DEMAG de molde curvo, de dos líneas, para 750.000 ton/año

D. Laminación

1960

- 1 laminador reversible para plancha y tira, de cuatro rodillos de 24.3/4" y 46" x 48" y 84"
- 1 laminador en frío reversible de cilindros de 34" de diámetro
- 2 laminadores en frío reversible de cilindros de 44" de diámetro
- 1 laminador de templado de cilindros de 44" de diámetro
- 1 laminador reversible de 4 rodillos para laminación en frío

- 1 laminador Universal de 2 rodillos de 30" de diámetro
- 2 líneas de recocido continuo (1955 y 1958)

(1959)

Producción laminador:

Planchas cortadas	124.700 ton
Lámina en caliente	9.400 ton
Lámina rollos en frío	175.100 ton
Lámina delgada	80.600 ton
Hojalata	57.427 ton

1970

Productos planos

- 1) - 1 laminador Universal con 2 cilindros verticales de 34" de diámetro movidos por motor de 1.000 HP y 2 cilindros horizontales de 44" de diámetro x 68" de largo, movidos por un motor de 5.000 HP. (Puesta en marcha 1967)
- 2) - Tren laminador de 4 stand para láminas. Con rodillos de trabajo de 25" de diámetro x 68" de largo y rodillos de apoyo de 49" x 68". Cada laminador es accionado por motor de 5.000 HP
- 3) - 1 laminador de plancha con rodillos de trabajo de 36" x 130" y rodillos de apoyo de 54" x 130", con motor de 5.000 HP

## Palanquillas

- 4) - 1 línea de laminación con un desbastador reversible de dos rodillos de 22" y un tren continuo de 6 etapas con rodillos de 18" de diámetro
- 5) - 1 línea de 2 laminadores de 3 rodillos de 30" y 24" de diámetro respectivamente
- 6) - 1 tren de 5 laminadores Cross Country con cilindros de 14" para perfiles estructurales livianos
- 7) - 1 tren de 5 laminadores continuos y 6 laminadores en Cross Country con rodillos de 12" y 10" respectivamente para barras comerciales
- 8) - 1 tren de laminación de 11 cajas en Cross Country con cilindros de 22" y 13" para barras comerciales
- 9) - 1 tren de 19 pasos de reducción con rodillos acabadores de 10" para lambrón de 1/4" y varilla corrugada de 1/4 y 5/16"

## Laminación en frío

- 10) - 1 laminador reversible de 34" de diámetro. Capacidad 73.000 ton/año
- 2 laminadores reversibles de 44" de diámetro. Capacidad 164.000 ton/año
- 1 laminador de 56" de diámetro reversible. Capacidad 162.000 ton/año
- 1 tren de laminación continuo de 5 etapas de 44" de diámetro
- 1 tren templado continuo de 2 etapas de 42" de diámetro

- 2 líneas de recocido continuo

Producción de laminación 1970:

Planos 684.430 ton

No planos: 292.600 ton

1975

Planos

- 1) - 1 laminador Universal con 2 cilindros verticales de 34" de diámetro movidos por motor de 1.000 HP y 2 cilindros horizontales de 44" de diámetro x 68" de largo, movidos por un motor de 5.000 HP. (Puesta en marcha 1967)
- 2) - Al laminador 4 stand se agrega 1 de similares características; queda un tandem de 5 stand continuo
- 3) - 1 laminador de plancha con rodillos de trabajo de 36" x 130" y rodillos de apoyo de 54" x 130", con motor de 5.000 HP. Capacidad 510.000 ton/año de planchones

No planos

- 4) - 1 línea de laminación con un desbastador reversible de dos rodillos de 22" y un tren continuo de 6 etapas con rodillos de 18" de diámetro
- 5) - 1 línea de 2 laminadores de 3 rodillos de 30" y 24" de diámetro respectivamente
- 6) - 1 tren de 5 laminadores Cross Country con cilindros de 14" para perfiles estructurales livianos
- 7) - 1 tren de 5 laminadores continuos y 6 laminadores en Cross Country con rodillos de 12" y 10" respectivamente para barras comerciales

- 1 laminador Morgan continuo para alambrión de 23 stand. Capacidad 160.000 ton/año. Aparentemente reemplaza a 8) y 9)
- 10) - 1 laminador reversible de 34" de diámetro. Capacidad 73.000 ton/año
- 2 laminadores reversibles de 44" de diámetro. Capacidad 164.000 ton/año
- 1 laminador de 56" de diámetro reversible. Capacidad 162.000 ton/año
- 1 tren de laminación continuo de 5 etapas de 44" de diámetro
- 1 tren de templado continuo de 2 etapas de 42" de diámetro
- 2 líneas de recocido continuo
- Se agregó un laminador Sendzimir de 19". Capacidad 18.000 ton/año de lámina de gran exactitud en el espesor
- 4 líneas de recocido continuo (1955, 1958, 1971 y 1975)

#### 1976 - 1985

- Nueva línea de decapado (Planta N° 2) de 1.000.000 ton/año
- Laminador de 4 stand en frío (Planta N° 2). Capacidad 800.000 ton/año. 18" x 53" x 56". Ancho máximo 52"; espesor mínimo 0,06" (0,15 mm) de entrada; espesor mínimo de salida 0,015" (0,03 mm)
- Laminador templador de 1 stand (Planta N° 2). Capacidad 90 a 100 ton/hora
- Línea de corte en frío. Capacidad 300.000 ton/año

E. Terminación

1960

- 5 líneas de estañado por inmersión
- 1 línea de estañado electrolítico (1958)

1970

- 9 máquinas de estañado por inmersión
- 2 líneas de estañado electrolítico (1958, 1967)

1975

- 3 líneas de estañado electrolítico. Capacidad:
    - Línea 1 (1958): 72.000 ton/año
    - Línea 2 (1967): 84.000 ton/año
    - Línea 3 (1973): 100.000 ton/año
- Producción en 1974: 167.927 ton de hojalata

12. FUNDIDORA MONTERREY S.A.

A. Fierro primario

1960

- 1 alto horno con capacidad de 400 ton/día (1903)
- 1 alto horno con capacidad de 600 ton/día

Coquería con 48 hornos

Producción arrabio: 175.900 ton (1959)

Producción arrabio: 218.000 ton (1961)

1970

- 3 altos hornos con capacidad conjunta de 3.000 ton/día

Coquería con 48 hornos

Producción arrabio: 555.500 ton (1970)

Producción de coque 1971: 360.000 ton

1975

- Alto horno N° 2 (1943). Diámetro original del crisol 4.72 m  
Opera con 900° C. Diámetro actual del crisol 5.33 m  
Volúmen útil 544 m<sup>3</sup>  
Capacidad: 240.000 ton/año



- Alto horno N° 3 (1968). Diámetro original del crisol 8.53 m  
Temperatura del soplo 1.100° C. Diámetro futuro del crisol 8.99 m  
Capacidad: 820.000 ton/año
- Alto horno N° 1 (1903) ya no opera

1976 - 1980

- Los esfuerzos se concentran en aumentar la producción en el alto horno N° 3 a 1.060.000 ton/año de arrabio. Será el primer alto horno en América Latina en trabajar con el sistema de distribución de carga superior sin campana, tipo Paul Wurth. Empleará pellets de la nueva planta de Fundidora. Diseño e ingeniería de Nippon Steel Corp. Usará además oxígeno. Capacidad total de arrabio: 1.400.000 ton/año (hornos N° 2 y 3).

B. Acería

1960

- 4 hornos Siemens-Martin con capacidad de 90 ton cada uno  
Producción acero: 207.500 ton (1959)

1970

- 4 hornos Siemens-Martin con capacidad de 90 ton cada uno
- 4 hornos Siemens-Martin de 275 ton de capacidad por colada cada uno

Producción acero: 771.500 ton (1970)

1975

Hornos Siemens Martin:

- 4 hornos de 90 ton por colada. Capacidad 100.000 ton/año. Comenzaron a operar en 1903 (3 de ellos, originalmente de 35 ton por colada).
- 4 hornos de 275 ton por colada. Capacidad 900.000 ton/año. Iniciaron su operación en 1961 los dos primeros y en 1968 los dos últimos. Inyección de oxígeno por lanza, fué introducida en 1969.

1976 - 1980

Se instalarán dos convertidores B.O.F. de 150 ton cada uno de Nippon Steel, con capacidad conjunta (operando uno) de 1.500.000 ton/año de acero. Se proyecta agregar posteriormente un tercer convertidor que aumentaría la capacidad a 2.500.000 ton/año. Tienen sistema de limpieza de gases O.G. y dispositivos para aprovechar los gases en la generación de energía eléctrica. Los convertidores serán operados por computadora.

C. Semiterminados

1960

- 1 laminador desbastador de tochos y llantones, equipado con cilindros de 1.068 mm (46") de diámetro, con sus hornos recalentadores. (Entró en operación en 1957). Los hornos de fosa son 24 que entraron en operación 12 en 1957 y 12 en 1960.

1970

- 1 laminador desbastador de tochos y llantones (Bloming Slabbing) equipado con cilindros de 1.068 mm (46") de diámetro, con sus hornos recalentadores. Capacidad de producción 1.300.000 ton/año.

1975

- 1 laminador desbastador 46 x 114" de tochos y llantones. Capacidad 1.500.000 ton/año
- 24 hornos de fosa en 4 baterías, calentados a gas natural. Capacidad 1.100.000 ton/año

1976 - 1980

- Instalación de una quinta batería de 4 fosas recalentadoras de lingotes con capacidad de carga de 150 ton cada una.

D. Laminación

1960

- 1 tren laminador "Lewis" de perfiles comerciales, varilla corrugada, alambrón y perfiles estructurales ligeros (1956).
- 1 tren laminador para estructurales y rieles, compuesto de un laminador dúo preparador con cilindros de 812 mm de diámetro por 1.980 mm de largo y un laminador trío acabador con cilindros de 711 mm de diámetro por 1.680 mm de largo.
- Instalaciones auxiliares para estirar alambre, para tornillos, tuercas y remaches y para fabricar ruedas de fierro fundido para ferrocarril.

Producción (1959) de laminación:

Barra y perfiles para construcción	62.000
Barras comerciales	49.000
Rieles, planchuelas	13.000
Palanquilla para la venta	14.700
Palanquilla para empresas afiliadas	9.900
Barras para molinos	2.100
(Ruedas para ferrocarriles)	<u>(8.500)</u>
	150.700

1970

- 1 tren laminador "Lewis" de perfiles comerciales, varilla corrugada, alambón y perfiles estructurales ligeros (1956)
- 1 tren laminador para estructurales y rieles, compuesto de un laminador dúo preparador con cilindros de 812 mm de diámetro por 1.980 mm de largo y un laminador trío acabador con cilindros de 711 mm de diámetro por 1.680 mm de largo
- Instalaciones auxiliares para estirar alambre, para tornillos, tuercas y remaches y para fabricar ruedas de fierro fundido para ferrocarril.

Producción (1959) de laminación:

Barra y perfiles para construcción	62.000
Barras comerciales	49.000
Rieles, planchuelas	13.000
Palanquilla para la venta	14.700
Palanquilla para empresas afiliadas	9.900
Barras para molinos	2.100
(Ruedas para ferrocarriles)	<u>(8.500)</u>
	150.700

- 1 laminador en continuo para producir palanquilla, con cilindros de 660 mm (26") (1969). Capacidad 240.000 ton/año
- 1 planta completa para producir planchas y láminas en frío y en caliente, compuesta de:

- 1 laminador dúo descascarador con cilindros de 914 mm de diámetro (1961)
- 1 laminador reversible para plancha de hasta 1.828 mm (1961)
- 1 laminador de 4 castillos continuo para laminar en caliente hasta 1.524 mm de ancho (1961). Capacidad 750.000 ton/año
- 3 laminadores de temple para láminas en frío hasta 1.524 mm (1961)
- 1 laminador continuo para laminar en frío hasta 1.422 mm (1968)

Producción de laminador (1971):

Productos no planos	191.300 ton
Productos planos	<u>390.600 ton</u>
	581.900 ton

1975

No hay modificaciones importantes en laminación.

1976 - 1980

- Laminación en caliente: instalación de los stand 1 y 6 en laminador continuo de 4 stand en caliente y una tijera rotativa.  
Instalación de un tercer horno calentador de planchones de 300 ton/hora capacidad. Enrolladores 2 y 3 de tipos estacionario para manejar rollos de mayor peso. Ampliación y refuerzo de edificios y grúas. Capacidad final 1.200.000 ton/año.

- Laminación en frío: modificación de la línea de decapado aumentando su capacidad de 425.000 a 575.000 ton/año. Incremento de la capacidad del laminador en frío de 346.000 a 500.000 ton/año. Aumento y refuerzo de edificios y grúas. Se agregan 13 hornos de recocido de llama directa.

F. Terminación

- 1960 No hay
- 1970 No hay
- 1975 No hay
- 1976-1980 No hay proyectos

La empresa tiene participación en otras sociedades, en particular productoras de tubos de acero soldados, estructuras, recipientes y acero inoxidable.

Son socios de la Fundidora, la Nippon Steel Corp., Mitsubishi Corp. y Mitsubishi & Co. Ltda. con un 15% del capital social.

13. HOJALATA Y LAMINA S.A.

1960

A. Fierro primario

- 1) Planta para producir hierro esponja con capacidad de 250 ton/día: 2 reformadores de gas; 3 desulfurizadores; 3 enfriadores, dos cambiadores de calor y chimenea; 5 precalentadores de gas; 5 cámaras de combustión; 6 retortas con 5 cabezas para las mismas; y 1 torre enfriamiento, elementos para la carga y descarga de mineral.
- 2) Planta para producir hierro esponja con capacidad de 500 ton/día: 2 desulfurizadores de gas natural (capacidad 7 millones pies<sup>3</sup>/día c/u); 5 reformadores (capacidad 5.5 millones pies<sup>3</sup>/día) cada reformador con una caldera de recuperación; 2 enfriadores (capacidad 27 millones pies<sup>3</sup>/día c/u); 4 reactores (capacidad 1.740 pies<sup>3</sup> de mineral de hierro); 1 calentador de aire (capacidad 7.000 pies<sup>3</sup>/min) y 1 generador eléctrico de emergencia.

Producción hierro esponja: 72.625 ton (1959)

1970

(Se crea empresa independiente denominada Fierro Esponja S.A.).

- 1) Planta para producir hierro esponja con capacidad de 250 ton/día: 2 reformadores de gas; 3 desulfurizadores; 3 enfriadores, dos cambiadores de calor y chimenea; 5 precalentadores de gas; 5 cámaras de combustión; 6 retortas con 5 cabezas para las mismas; y 1 torre enfriamiento, elementos para la carga y descarga de mineral.



1970

- 2) Planta para producir hierro esponja con capacidad de 500 ton/día: 2 desulfurizadores de gas natural (capacidad 7 millones pies<sup>3</sup>/día/c/u) 5 reformadores (capacidad 5.5 millones pies<sup>3</sup>/día) cada reformador con una caldera de recuperación; 2 enfriadores (capacidad 27 millones pies<sup>3</sup>/día c/u); 4 reactores (capacidad 1.740 pies cúbicos de mineral de hierro); 1 calentador de aire (capacidad 7.000 pies<sup>3</sup>/min) y 1 generador eléctrico de emergencia.

Producción hierro esponja: 72.625 ton (1959)

Producción 1970 (Monterrey): 278.600 ton.

## B. Acería

1960

- 5 Hornos eléctricos, a arco, con capacidad conjunta para producir 25.000 ton/mes de lingotes:  
1 PT de 8 ton; 1 VII de 17 ton; 1 NT de 27 ton y  
2 KT de 71 ton; marcas Lectromelt, Greene y Whiting Corp.

1970

- 6 Hornos eléctricos, Lectromelt, Greene y Whiting Corp., con capacidad para 650.000 ton/año de lingotes.

1975

- 7 Hornos eléctricos. El 7° es 100 ton con transformador de 35 MVA.

C. Semiterminados

1960

- 1) 10 fosas de recalentamiento con capacidad c/u para 12 lingotes de 25" a 45" de ancho por 17" de espesor y 60" de largo. Marca Leftus Engineering.
- 2) 1 Laminador Lewis de desbaste de dos rodillos de 29" de diámetro por 48" de largo para lingotes de espesor máximo de 17" y ancho máximo 45".  
1 Laminador Lewis canteador, provisto de dos rodillos verticales de 29" de diámetro por 24" de largo.

1970

- 1) 13 fosas de recalentamiento
- 2) Se agrega un segundo laminador de desbaste en caliente Lewis de 4 cilindros. 2 de 25" y 2 de 48" de diámetro y largos uniformes de 48", para planchones.

D. Laminación

1960

- 1 Laminador Lewis de acabado en caliente de 4 rodillos, 2 de 25" y 2 de 46" de diámetro y en largos uniformes de 48". Produce planchas hasta 0,075" y en anchos de 19" a 45".
- 1 Laminador Lewis en frío, reversible, de 4 rodillos de 15 y 36" de diámetro y 49" de largo, con capacidad para procesar hasta 7.000 ton/mes en anchos de 16 a 43" y espesores de 0,119" hasta 0.008".

1960

- 1 Laminador Blies en frío reversible de 4 rodillos de 14.1/2" y 44" de diámetro, 42" de largo, con capacidad de 7.000 ton/mes en anchos de 16" a 38" y espesores desde 0,074 hasta 0,008".
- 1 Línea de decapado marca The Hetna standard hasta 20.000 ton mensuales provisto de 4 tanques de ácido sulfúrico y una velocidad máxima de 450'/min.
- 1 Línea de lavado de inmersión The Hetna Standard, con capacidad de 13.000 ton/mes de chapa laminada en frío: velocidad 520'/min.
- 2 Hornos de recocido tipo campana marca The Electric Furnace, múltiple, capacidad conjunta 4.000 ton/mes.
- 12 Hornos de recocido tipo campana marca The Electric Furnace y Westinghouse individuales, capacidad conjunta 9.500 ton/mes.
- 1 Laminador Lewis de temple, de 4 rodillos de 12" y 28" de diámetro y 48" de largo, capacidad 15.000 ton/mes.

Producción laminados: Planchas de más de 1/4"	6.102
Láminas en caliente	48.400
Láminas en frío:	101.200
Estañadas:	<u>3.200</u>
	158.900

1970

Se agrega un tren laminador de acabado en caliente continuo Mesta de 6 stand de 4 cilindros c/u.

Producción 1970: Plancha	32.600 ton
Láminas en caliente	101.300 ton
Láminas en frío	231.800 ton
Hojalata	19.700 ton

E. Terminación

1960

- 1 Línea de estañado por inmersión marca The Hetna Standard, con capacidad de 600 ton/mes de chapas con espesor 0,015" a 0,009" en anchos de 20" a 34" y largo 20" a 40".

Producción laminado estañado: 3.243 ton (1959)

1970

- Línea de estañado electrolítico, marca Wlan con capacidad de 60.000 ton/año.

HYLSA DE MEXICO S.A (Puebla)

A. Fierro primario

1970

- Planta para producir fierro esponja con capacidad 700 ton/día, compuesta de 4 reactores con capacidad año de 250.000 ton.

Producción 1970 : 227.500 ton.

B. Acería

1970

- 3 Hornos eléctricos, marca Lectromelt con capacidad de 400.000 ton/año, con volúmen por colada de 65 ton.
- 3 transformadores de horno de 30 MVA.
- 3 Grúas viajeras MAN para carga de hornos de 60, 30 y 5 ton.

Producción de acero 1970: 248.100 ton

C. Semiterminados

1970

- 2 Máquinas de vaciado continuo Concast de tipo curvo de 4 kilos por máquina para palanquilla de 4 x 4".
- 2 Grúas viajeras M.A.N. con capacidad de 150, 30 y 5 ton.
- 8 Tijeras para palanquillas de corte vertical hidráulico
- 8 Camas de enfriamiento de palanquillas.

D. Laminación

1970

- 1 Horno de recalentamiento para palanquillas para 70 ton/hora.
- 1 Tren de laminación continuo Schloemann de 15 cajas dúos de tipo horizontal para barras, para procesar dos palanquillas simultáneamente.
- 2 Trenes de alambrón Schloemann de 8 cajas en "X" con dimensiones de 8 x 4 m, con rodillos de 280 mm y movidos por dos motores.
- 2 Formadores de lazos marca Schloemann formando espiral de 1,4 m.
- 2 Tijeras despuntadoras marca Schloemann.
- 1 Tijera voladora Schloemann para cortar hasta 72 m de longitud.
- 4 Enderezadoras y dobladoras Schmitz-Sohne, capacidad 5,3 ton/hora.

Producción de laminados en 1970:

Varilla 124.400 ton

Alambrón 29.700 ton

Barras 15.900 ton

14. TUBOS DE ACERO DE MEXICO S.A.

A. Fierro primario

1960

No hay

1970

- Planta de reducción directa, sistema de horno de cuba y reductor gaseoso, proceso HYL, con capacidad inicial (1967) 165.000 ton/año. Consta de:
  - 2 Desulfurizadores de gas natural. Capacidad 9.000 m<sup>3</sup> por hora c/u.
  - 1 Horno reformador. Capacidad 9.000 m<sup>3</sup>/hora
  - 4 Reactores. Capacidad 130 ton de mineral cada uno
  - 4 Enfriadores. Capacidad 40.000 m<sup>3</sup>/hora de gas de procesoProducción fierro esponja: 168.300 ton (1971)  
Reciben la materia prima por ferrocarril y camión. Tienen volcadores de carros; usan pellets.

1975

- Planta de reducción directa HYL. Capacidad actual 300.000 ton/año  
Producción fierro esponja: 210.000 ton.

Ampliaciones previstas

1977. Una segunda planta de gas reformado para elevar producción a 350.000 ton/año.

1977-80. Instalación de una segunda planta de reducción directa de capacidad semejante a la primera.

Producción total prevista en 1980: 650.000 ton hierro esponja.

B. Acería

1960

- 3 Hornos eléctricos marca Lectromelt MT de fundición de acero de 40 ton de capacidad c/u. Se proyecta inyectarles oxígeno a los hornos eléctricos.

Producción de lingotes: 100.000 ton (1959)  
161.300 ton (1961)

1970

- 3 Hornos eléctricos marca Lectromelt MT de fundición de acero de 40 ton de capacidad c/u. Se proyecta inyectarles oxígeno a los hornos eléctricos.

Producción de lingotes de acero: 264.200 ton 1970.  
Carga continua (1968), empleo de materiales prerreducidos (1967).

1975

- 4 Hornos de 15 pies de diámetro; 2 hornos de ultra alta potencia (1974 el primero) con capacidad de 110.000 ton/año c/u; 2 hornos de capacidad 90.000 ton/año c/u. Capacidad conjunta de 400.000 ton/año.

Producción efectiva: 345.000 ton

Tienen regulación rápida de electrodos, carga continua, material prerreducido, inyección de oxígeno.



1976-1985

Desde 1976 emplearán computadora para operación acería. A contar de 1976 también se cuenta con un sistema de control ambiental Carburundum, del tipo seco.

En 1976 se modificará un horno convencional a UHP, cambiando el transformador. En los años siguientes se modificarán los restantes hornos convencionales a UHP.

Hasta 1980 se prevé la instalación de 2 hornos UHP con capacidad de 130.000 a 140.000 ton/año c/u. Capacidad total prevista en 1980: 720.000 ton/año.

C. Semiterminados

1960

- 1 {
- 1 horno rotativo de calentamiento de lingotes
  - 2 prensas perforadoras de lingotes
  - 2 laminadores alargadores

1970

- 1 {
- 3 hornos rotativos de calentamiento de lingotes
  - 2 prensas perforadoras de lingotes
  - 2 laminadores alargadores

1975

- 3 hornos rotativos de calentamiento de lingotes
- 2 prensas perforadoras de lingotes
- 2 laminadores alargadores
  
- 1 laminador de desbaste dúo reversible que produce palanquilla de 1.1/2 x 1.1/2 a 8" x 8". Cilindro de 36" de diámetro y 72" de largo.

D. Laminadores (tubos)

1960

Tipo Mannesman - Calmes

- 1) 2 Laminadores forjadores rotativos a paso de peregrino
- 2) 1 Laminador calibrador
- 3) 1 Laminador estirador-reductor

Producción de tubos: 104.600 de calidad (1959)  
4.200 usos industriales y comerciales  
(1959)

Total: 108.800 ton

Producción de tubos: 109.040 ton (1961)

1970

- 1) 4 Laminadores forjadores rotativos a paso de peregrino
- 2) 2 Laminadores calibradores
- 3) 1 Laminador estirador-reductor

Estos equipos están distribuidos en dos líneas de tubos sin costura: tubos grandes y medianos.

Producción tubos de acero: 180.100 ton (1970)

1975

Ampliación de capacidad a 240.000 ton/año, agregando un nuevo laminador a paso de peregrino y un horno de calentamiento en la línea de tubos medianos.

Producción: 230.000 ton.

Laminación de barras

- 1 Línea con un dúo reversible de acabado con producción de redondos de 1.1/2" a 8". Cuenta con sistema rápido de cambio de cilindros; capacidad nominal: 300.000 ton/año. Su producción comenzó en 1974.

Producción 1976: 30.000 ton.

1976-1980

Se estudia agregar un laminador continuo y un laminador tipo Assel, lo que permitiría llegar a una capacidad de 340.000 toneladas por año en 1980.

Nuevo tren de laminación para acabado de barras pequeñas y cambio de mix en el blooming.

Personal ocupado en 1970: 3.312 personal

Inversiones previstas:

Inversiones en activo fijo:

1975-1980

Millones de pesos  
mexicanos

Fierro esponja	150
Acería	135
Fábrica de tubos	200
Fábrica de barras	225
Servicios varios e infraestructura	<u>90</u>
Total	800
Incremento en capital de trabajo	300

15. SIDERPERU

A. Fierro primario

1960

- 2 hornos eléctricos de reducción de minerales, a arco de 13.200 KVA cada uno, tipo "Tysland-Hole", con capacidad de 100 ton/día, por horno, y capacidad conjunta de 60.000 ton/año.

Producción de arrabio: 51.367 ton (1961)

38.540 ton (1960)

1970

- 2 hornos eléctricos de reducción de minerales, a arco de 13.200 KVA cada uno, tipo "Tysland-Hole", con capacidad de 100 ton/día, por horno, y capacidad conjunta de 60.000 ton/año.
- 1 alto horno de 500 a 550 ton nominales de arrabio/día, con crisol de 5 m de diámetro
- 1 máquina lingoteadora de arrabio. Capacidad 60 ton/hora

Producción de arrabio: 85.580 ton (1970)

Alto horno 84.280 ton

Horno eléctrico 1.300 ton

1975

- En la práctica no operan
- Capacidad actual del alto horno es 900 ton/día. Diámetro crisol 5 m  
Producción de arrabio: 300.000 ton

1976 - 1985

- Se proyecta instalar coquería de 4 baterías de 27 hornos c/u, con una producción anual final de 1.140.000 ton
- Se proyecta dos altos hornos adicionales de 3.000 ton/día de 9 m de diámetro, crisol y volumen útil de 1.433 m<sup>3</sup>. La capacidad de producción de arrabio alcanzaría a 2.255.000 ton en 1983
- Planta experimental de fierro esponja de 100.000 ton/año. Proceso SLRN de Lurgi. Construida con 3 hornos viejos de cemento. Se ensayan carbones nacionales

B. Acería

1960

- 2 hornos eléctricos de aceración, a arco, de 5 m de diámetro c/u y potencia de transformadores de 8.000 KVA. Capacidad en el crisol de cada horno: 25 ton de acero por colada y producción conjunta anual de 60.000 ton

Producción de acero: 73.856 ton (1961)  
(Eléctrico): 59.878 ton (1960)

1970

- 2 hornos eléctricos de aceración, a arco, de 5 m de diámetro c/u y 15.000 KVA en los transformadores
  - 2 convertidores al oxígeno tipo LD de 30 ton/colada c/u
  - 1 planta de oxígeno método Linde-Frankl, capacidad 2.200 Nm<sup>3</sup>/hr
- Producción de acero: 94.390  
Bessemer: 2.200  
Eléctrico: 33.500  
Convertidor oxígeno: 58.690

1975

- 2 hornos eléctricos de aceración, a arco, de 5 m de diámetro c/u y 15.000 KVA en los transformadores
  - 2 convertidores al oxígeno tipo LD de 30 ton/colada c/u
  - 1 planta de oxígeno método Linde-Frankl, capacidad 2.200 Nm<sup>3</sup>/hr
  - 1 mezclador de arrabio de 800 ton de capacidad
- Producción de acero 1975: 407.000 ton

1976 - 1985

- 2 hornos de arco adicionales de 25 ton c/u (1976)
- 1 planta adicional de oxígeno de 3.200 Nm<sup>3</sup>/hr y 480 Nm<sup>3</sup>/hr de nitrógeno (1966)
- Se proyecta la instalación de 3 convertidores LD de 95/110 ton. Capacidad total de acería en 1989: 2.350.000 ton

C. Semiterminados

1960

- 1 tren desbastador para palanquilla y planchones, compuesto de dos laminadores de tres rodillos de 26" de diámetro c/u y motor de 1.800 HP, con mesa basculante. Trabaja lingotes de 750 kg
- 1 tren desbastador de palanquilla de dos laminadores de tres cilindros de 18" c/u, con motor de 1.000 HP, con mesa inclinable. Reduce palanquillas de 80 x 80 mm
- 1 laminador desbastador de planchones de tres rodillos de 32" de diámetro (el superior e inferior) y 20" el intermedio con mesa inclinable

1970

- 1 tren desbastador para palanquilla y planchones, compuesto de dos laminadores de tres rodillos de 26" de diámetro c/u y motor de 1.800 HP, con mesa basculante. Trabaja lingotes de 750 kg



- Aumenta potencia motor de 1.000 a 1.800 HP
- 1 máquina de colada continua tipo concast de 4 hileras para palanquilla desde 60 x 60 a 150 x 150 mm, con capacidad de 90.000 ton/año

#### 1975

- 1 tren desbastador para palanquilla y barras de molienda de 2 cajas laminadoras trío con cilindros de 650 mm de diámetro. Capacidad 130.000 ton/año
- 1 tren desbastador de palanquilla de 2 cajas laminadoras trío con cilindros de 450 mm de diámetro
- 1 laminador dúo cuarto reversible para desbastar lingotes para planchones y plancha gruesa hasta 2.500 mm de ancho
- Hornos de empuje para lingotes y tochos de 15 ton/hora y de 30 ton/hora de capacidad respectivamente
- 1 máquina de colada continua tipo concast de 4 líneas para producir palanquilla de 100 x 100 y 150 x 150 mm. Capacidad 135.000 ton/año

#### 1976 - 1985

##### Expansión:

- 1 tren desbastador de palanquillas de 2 cajas laminadoras trío en línea con cilindros de 500 mm
- 2 hornos de foso de 80 ton c/u (1976)

- 1 colada contínua de palanquilla, de tres líneas de 100, 150 y 200 x 250 mm. Capacidad de producción 180.000 ton/año. Puesta en marcha 1977
- Se proyecta instalar 3 coladas contínua de planchones de una línea y una colada contínua de palanquillas de 6 líneas

D. Laminación.

1960

- 1 tren terminador para barras y perfiles, compuesto de 5 laminadores de tres cilindros de 12" de diámetro c/u, con motor de 700 HP, los tres primeros y 500 HP, los dos restantes
- 1 tren terminador para alambrión, compuesto de 6 laminadores de 2 rodillos de 10" de diámetro c/u, con motor de 800 HP
- 1 laminador de acabado en caliente, de dos rodillos de 32" de diámetro y mesa inclinable a ambos lados para varias pasadas de la plancha gruesa. Ancho útil 1.200 mm y espesor hasta 0,4 mm
- 1 laminador de acabado en frío, de dos rodillos de 28" de diámetro por 56" de largo, para una pasada de templada Hornos de calentamiento y recocido; equipo de decapado

Producción:

Barras	40.295 ton (1961)
Planchas	17.883 ton (1961)
Perfiles livianos	3.200 ton (1960)
Barras concreto	25.000 ton (1960)
Alambrón	1.800 ton (1960)
Láminas de menos 4.75	<u>8.000 ton</u> (1960)
	38.000 ton

1970

- Se modifica a 6 laminadores de dos cilindros de 12" de diámetro c/u con motor de 1.400 HP los 3 primeros, 700 HP los 2 siguientes y 500 HP el último
- Aumenta la potencia del motor de 800 HP a 1.400 HP y se agregan 4 enrolladoras
- 1 máquina enderezadora de perfiles medianos y barra de molienda
- 2 máquinas enderezadoras de alambrón
- Se cambia: 1 laminador dúo/cuarto, reversible para fabricar planchones tochos y planchas gruesas y bandas para el Steckel. De 2.750 x 1.500 x 915 mm y motor de 6.000 HP
- Se modifica: 1 laminador para reducción en frío y templado de 1.425 x 1.350 x 405 y 2 motores de 2.000 HP

Producción 1970:

Perfiles livianos	14.940 ton
Barras para concreto	48.500 ton
Alambrón	7.100 ton
Otros productos laminados	<u>1.170 ton</u>
	71.710 ton

1975

No planos

- 1 tren laminador contínuo para alambrón, compuesto de 6 cajas laminador dúo con cilindros de 250 mm de diámetro y 4 enrolladoras, alcanza una capacidad de 160.000 ton/año. En conjunto con el desbastador de 450 mm
- 1 tren para barras y perfiles, con 5 cajas trío y 2 cajas dúo, con cilindros de 300 mm de diámetro

Planos

- Laminador Steckel. Para bobinas de hasta 1.250 mm de ancho
- Línea contínua de decapado de 30 ton/hora
- 1 laminador cuarto reversible en frío (reducción y temple). Capacidad 80.000 ton/año
- 5 hornos de recocido de campana

1976 - 1985

- Ampliación del laminador mercantil: 1 tren para barras de 8 cajas dúo de disposición continua con cilindros de 330 mm
- 1 dúo cuarto reversible para bobinas en caliente
- 1 tren acabador semicontinuo de 6 cajas para bobinas en caliente. Capacidad estimada 1.100.000 ton/año
- 1 cuarto reversible de 3.810 mm de ancho, para plancha gruesa. Capacidad estimada 500.000 ton/año
- Tandem de 5 cajas en frío. Capacidad 540.000 ton/año
- Temper de 2 cajas. Capacidad 330.000 ton/año

E. Terminación

1960

Equipo de galvanizado y corrugado de chapa

1970

- 1 línea de galvanización tipo Sendzimir, para 25.000 ton anuales

1975

- 1 línea de galvanizado de 4 ton/hora

1976 - 1985

- 1 línea estañado electrolítico. Otra en proyecto de 130.000 ton/año

<u>Personal</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>
Ejecutivos	17	23
Ingenieros y técnicos	205	1.098
Empleados operación	320	1.434
Empleados administrativos	74	
Obreros calificados	273	
Obreros no calificados	898	2.658
Obreros semi calificados	<u>239</u>	<u>          </u>
	2.026	5.213

16. C.V.G. SIDERURGICA DEL ORINOCO C.A. "SIDOR"

A. Fierro primario

1960

- 1 unidad Dwight-Lloyd con capacidad de 3.000 ton/día. (Puesta en marcha 1962)
- 9 hornos de reducción eléctricos de cuba baja "Electro Kemisk" (tipo Tysland-Hole) de 33.000 KVA c/u, con una capacidad de producción de 200 ton/día de arrabio por unidad. (Entran en operación entre Noviembre de 1961 y Marzo de 1963)
- 1 taller para la preparación de pasta electródica, capacidad 8.000 ton/año (Agosto 1962)
- 1 máquina para lingotear, capacidad 2.500 ton/día. No hay producción en 1960

1970

- 1 unidad Dwight-Lloyd con capacidad de 3.000 ton/día. (Puesta en marcha 1962)
- 9 hornos de reducción eléctricos de cuba baja "Electro Kemisk" (tipo Tysland-hole) de 33.000 KVA c/u, con una capacidad de producción de 200 ton/día de arrabio por unidad. (Entran en operación entre Noviembre de 1961 y Marzo de 1963)
- 1 taller para la preparación de pasta electródica, capacidad 8.000 ton/año (Agosto 1962)

- 1 máquina para lingotear, capacidad 2.500 ton/día  
     Producción arrabio 1970: 509.700  
     Producción sinter 1970: 427.000

1975

- 1 unidad Dwight-Lloyd con capacidad de 3.000 ton/día.  
     (Puesta en marcha 1962)
- 9 hornos de reducción eléctricos de cuba baja "Electro  
     Kemisk" (tipo Tysland-Hole) de 33.000 KVA c/u, con una capa  
     cidad de producción de 600.000 ton/año  
     Producción 1975: 535.000 ton
- 1 taller para la preparación de pasta electródica, capaci-  
     dad 8.000 ton/año (Agosto 1962)

1976 - 1980

- 1 unidad Dwight-Lloyd con capacidad de 3.000 ton/día.  
     (Puesta en marcha 1962)
- 9 hornos de reducción eléctricos de cuba baja "Electro  
     Kemisk" (tipo Tysland-Hole) de 33.000 KVA c/u, con una capa  
     cidad de producción de 600.000 ton/año
- 1 taller para la preparación de pasta electródica, capaci-  
     dad 8.000 ton/año (Agosto 1962)
- 8 unidades de reducción directa. Capacidad total 3.900.000 ton  
     de hierro esponja. Sistema Midrex y H y L, 2 de 300.000  
     ton/año y 6 de 500.000 ton/año



B. Acería

1960

- 4 hornos Siemens-Martin, diseño "Lotus" de 250 ton de capacidad por colada cada 11 horas. (Opera desde Julio de 1962)  
No hay producción en 1960

1970

- 4 hornos Siemens-Martin, diseño "Lotus" de 250 ton de capacidad por colada cada 11 horas. (Opera desde Julio de 1962)  
Producción de acero: 789.000 ton

1975

- Ampliación de la capacidad de los Siemens-Martin a 310 ton c/u por colada
- Planta de oxígeno de 8.000 m<sup>3</sup>/hora

1976 - 1980

- Ampliación de la capacidad de los Siemens-Martin a 310 ton c/u por colada
- Planta de oxígeno de 8.000 m<sup>3</sup>/hora

- 4 hornos eléctricos de aceración con capacidad de 150 ton/colada cada uno. Capacidad conjunta 1.200.000 ton/año. Estos hornos estarán combinados (acoplados) a tres máquinas de colada continua de palanquillas. Hay espacio para un quinto horno
- 6 hornos eléctricos de aceración con capacidad de 200 ton/colada cada uno. Capacidad conjunta de 2.400.000 ton/año de acero líquido. La acería está acoplada a tres máquinas de colada continua de planchones. Hay espacio para un séptimo horno

Capacidad total de acería: (Siemens-Martin más acería eléctrica)  
4.800.000 ton/año

C. Semiterminados

1960

- 8 hornos de foso, de 125 ton de capacidad c/u
- 1 desbastador "Mesta" dúo reversible de 1.100 mm de diámetro y 2.794 mm de largo cada cilindro. Comienza a operar en Junio 1962

No hay producción en 1960

1970

- 10 hornos de foso de 125 ton c/u
- 1 desbastador "Mesta" dúo reversible de 1.100 mm de diámetro para tochos y planchones

Producción en 1970: tochos y planchones 693.000

1975

- 10 hornos de foso de 125 ton c/u
- 1 desbastador "Mesta" dúo reversible de 1.100 mm de diámetro para tochos y planchones

1976 - 1980

- 10 hornos de foso de 125 ton c/u
- 1 desbastador "Mesta" dúo reversible de 1.100 mm de diámetro para tochos y planchones
- 3 máquinas de colada continua de 6 líneas c/u para palanquilla. Capacidad estimada 1.200.000 ton/año
- 3 máquinas de colada continua de 2 líneas c/u para planchones. Capacidad estimada 2.800.000 ton/año

D. Laminación

1960

- 1 tren laminador dúo reversible Schloemann de tres laminadores de 800 mm de diámetro para palanquillas, perfiles pesados y rieles (Diciembre 1962)
- 1 tren laminador trío de 4 laminadores Schloemann de 500 mm de diámetro, para ángulos, canaletas y vigas doble T medianos (Diciembre 1962)

- 1 tren laminador dúo Schloemann, de 22 laminadores de 300 mm de diámetro, para alambión, cabillas, canaletas, vigas y ángulos pequeños (Marzo 1963)

Fábrica de tubos sin costura. Sistema Mannesmann

- 1 tren grande con dos líneas para laminación de tubos desde 6.5/8" hasta 16", capacidad 135.000 ton/año (Julio 1961)
- 1 tren mediano con 2 líneas para tubos desde 2.3/8" hasta 7", capacidad 60.000 ton/año (Octubre 1964)
- 1 banco de empuje para tubos desde 1/2" hasta 5.1/2", con capacidad 100.000 ton/año
- Instalación ensanchadora en caliente para tubos desde 16 a 24"

No hay producción en 1960

1970

- 1 tren laminador dúo reversible Schloemann de tres laminadores de 800 mm de diámetro para palanquillas, perfiles pesados y rieles (Diciembre 1962)
- Tren laminador trío de 4 laminadores Schloemann de 500 mm de diámetro para perfiles estructurales y barras
- Tren laminador dúo continuo Schloemann de 22 laminadores de 300 mm de diámetro (promedio para alambión, cabillas, perfiles estructurales livianos y platinas)
- 1 tren grande con dos líneas para laminación de tubos desde 6.5/8" hasta 16", capacidad 135.000 ton/año (Julio 1961)

- 1 tren mediano con 2 líneas para tubos desde 2.3/8" hasta 7" capacidad 60.000 ton/año (Octubre 1964)
- 1 banco de empuje para tubos desde 1/2" hasta 5.1/2", con capacidad 100.000 ton/año
- Instalación ensanchadora en caliente para tubos desde 16 a 24"

#### 1975

- 1 tren laminador dúo reversible Schloemann de tres laminadores de 800 mm de diámetro para palanquillas, perfiles pesados y rieles (Diciembre 1962)
- Tren laminador trío de 4 laminadores Schloemann de 500 mm de diámetro para perfiles estructurales y barras
- Tren laminador dúo contínuo Schloemann de 22 laminadores de 300 mm de diámetro (promedio para alambrón, cabillas, perfiles estructurales livianos y platinas)
- 1 tren grande con dos líneas para laminación de tubos desde 6.5/8" hasta 16", capacidad 135.000 ton/año (Julio 1961)
- 1 tren mediano con 2 líneas para tubos desde 2.3/8" hasta 7", capacidad 60.000 ton/año (Octubre 1964)
- 1 banco de empuje para tubos desde 1/2" hasta 5.1/2", con capacidad 100.000 ton/año
- Instalación ensanchadora en caliente para tubos desde 16 a 24"
- Laminador Universal cuarto reversible para chapa gruesa y materiales para alimentar al laminador semi contínuo de bobinas

- Laminador semi-contínuo para la producción de bobinas en caliente
- Línea de corte de bobinas (150.000 ton/año)
- Línea de decapado contínuo (700.000 ton/año)
- Laminador en frío Tandem de 4 laminadores. Capacidad 450.000 ton/año
- Hornos de recocido, 19 hornos con 48 bases. Capacidad 340.000 ton/año
- Laminador de temple. Capacidad 350.000 ton/año
- Líneas de corte en frío, 195.000 ton/año

1976 - 1980

- Se incrementa la capacidad del tren laminador semi-contínuo en caliente mediante la instalación de un tercer horno de recalentamiento de empuje. (Capacidad de recalentamiento se incrementa de 360 ton/hora a 600 ton/hora) y de un sexto bastidor terminador. Capacidad instalada pasa de 1.500.000 ton/año a 2.100.000 ton/año
- Nuevo laminador de chapa gruesa cuarto reversible. Capacidad estimada 400.000 ton/año
- Aumento de la capacidad del laminador en frío de 5 stand en tandem, duplicando la fuerza motriz. En la segunda fase se adicionará otro laminador semejante. El laminador actual quedará con una capacidad de 1.100.000 ton/año
- Nuevo tren de alambrión de capacidad de 370.000 ton/año de 26 parejas de cilindros
- Nuevo tren de barras de capacidad de 750.000 ton/año. Tren contínuo de 26 bastidores

- Modernización de las instalaciones para tubos sin costura.  
Capacidad 230.000 ton/año

E. Terminación

- Trefilería para alambre, alambre de púas, clavos y grapas  
y 2 líneas de galvanizado

No hay producción en 1960

1970

- Trefilería para alambre, alambre de púas, clavos y grapas  
y 2 líneas de galvanizado

1975

- Trefilería para alambre, alambre de púas, clavos y grapas  
y 2 líneas de galvanizado
- Línea de estañado y cromado electrolítico. Capacidad  
140.000 ton/año (1973)

1976 - 1980

- Trefilería para alambre, alambre de púas, clavos y grapas  
y 2 líneas de galvanizado
- Línea de estañado y cromado electrolítico. Capacidad  
140.000 ton/año (1973)

- Nueva línea de estañado electrolítico. Capacidad  
150.000 ton/año

Personal ocupado en 1970

Personal ocupado en 1974

Ingenieros	182
Técnicos	230
Empleados de producción	605
Empleados administrativos	825
Obreros calificados	4.198
Obreros no calificados	<u>267</u>
	6.307

9.300





