

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



PROPIEDAD DE
LA BIBLIOTECA

6.2

GENERAL

E/CN.12/766

Enero 1967

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

LAS ECONOMIAS DE ESCALA EN PLANTAS SIDERURGICAS DE TAMAÑO MEDIO Y GRANDE
Y LA INFLUENCIA DE LOS ADELANTOS TECNOLOGICOS EN LAS
INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION

Trabajo preparado por el

General Armando P. Martijena, ingeniero consultor, a pedido de la
Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas,
en cooperación con el Programa Conjunto CEPAL-ILPES-BID de
integración del Desarrollo Industrial

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



PROPIEDAD DE
LA BIBLIOTECA

6.2

GENERAL

E/CN.12/766

Enero 1967

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

LAS ECONOMIAS DE ESCALA EN PLANTAS SIDERURGICAS DE TAMAÑO MEDIO Y GRANDE
Y LA INFLUENCIA DE LOS ADELANTOS TECNOLOGICOS EN LAS
INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION

Trabajo preparado por el

General Armando P. Martijena, ingeniero consultor, a pedido de la
Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas,
en cooperación con el Programa Conjunto CEPAL-ILPES-BID de
integración del Desarrollo Industrial

INDICE

		<u>Página</u>
Capítulo I.	INTRODUCCION	1
	I. CONSIDERACIONES GENERALES	1
	II. BASES GENERALES DEL ESTUDIO	5
	A. Métodos y supuestos	5
	B. Otros aspectos técnico-económicos	10
	1. Disponibilidades de chatarra.	10
	2. Otros criterios rectores considerados en el estudio	12
Capítulo II.	INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION	13
	I. METODO Y ALCANCE DE ESTE CAPITULO	13
	II. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LA REDUCCION DE LOS MINERALES DE HIERRO	14
	1. Reducción en alto horno	14
	2. Reducción en horno eléctrico	22
	3. Reducción directa	24
	4. Otros procesos para la reducción de minerales	26
	III. INVERSIONES PARA LA REDUCCION DE MINERALES EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES.	28
	1. Consideraciones generales	28
	2. Inversiones para distintas capacidades de reducción de minerales.	29
	3. Costos de producción.	30
	Aclaraciones generales	30
	Costos de reducción de minerales	32
	IV. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LA ELABORACION DEL ACERO	36
	1. Consideraciones generales	36
	2. Afino en hornos de solera básicos	40
	3. Afino en hornos eléctricos de arco	41
	4. Afino en convertidores Thomas	43
	5. Afino en convertidores LD	43
	6. Afino en convertidores LD/AC, LD Pompey y OLP	44
	/V. INVERSIONES	

PROPIEDAD DE

INDICE

LA BIBLIOTECA

C. 2

	<u>Página</u>
Capítulo I. INTRODUCCION	1
I. CONSIDERACIONES GENERALES	1
II. BASES GENERALES DEL ESTUDIO	5
A. Métodos y supuestos	5
B. Otros aspectos técnico-económicos	10
1. Disponibilidades de chatarra.	10
2. Otros criterios rectores considerados en el estudio	12
Capítulo II. INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION	13
I. METODO Y ALCANCE DE ESTE CAPITULO	13
II. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LA REDUCCION DE LOS MINERALES DE HIERRO	14
1. Reducción en alto horno	14
2. Reducción en horno eléctrico	22
3. Reducción directa	24
4. Otros procesos para la reducción de minerales	26
III. INVERSIONES PARA LA REDUCCION DE MINERALES EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES.	28
1. Consideraciones generales	28
2. Inversiones para distintas capacidades de reducción de minerales.	29
3. Costos de producción.	30
Aclaraciones generales	30
Costos de reducción de minerales	32
IV. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LA ELABORACION DEL ACERO	36
1. Consideraciones generales	36
2. Afino en hornos de solera básicos	40
3. Afino en hornos eléctricos de arco	41
4. Afino en convertidores Thomas	43
5. Afino en convertidores LD	43
6. Afino en convertidores LD/AC, LD Pompey y OLP	44
	/V. INVERSIONES

Capítulo I

INTRODUCCION

La Comisión Económica para América Latina, en el deseo de continuar con el estudio sistemático de la industria siderúrgica latinoamericana y de su influencia en el desarrollo de las economías nacionales y regionales, ha resuelto actualizar y continuar trabajos anteriores relacionados con las inversiones necesarias para establecer plantas siderúrgicas integradas y con los costos de producción del acero. Este trabajo tiene por finalidad fundamental ponderar con cierta aproximación, la influencia que las economías de escala, como también los adelantos tecnológicos y nuevos procesos ya implantados en escala industrial, ejercen sobre las inversiones y sobre los costos de producción de hipotéticas plantas siderúrgicas integradas ^{1/} de distintas capacidades. Paralelamente, el estudio ha de permitir a los gobiernos y los industriales analizar algunas situaciones de hecho, creadas por las condiciones locales imperantes, que gravitan en la economía de producción de este importante sector industrial y establecer conclusiones que pueden resultar de alguna utilidad para orientar los desarrollos futuros.

I. CONSIDERACIONES GENERALES

En el año 1952, CEPAL presentó en la Junta de Expertos en Siderurgia de América Latina, que se reunió en Bogotá, un estudio que analizó algunos factores económicos y la estructura de costos de la industria, a la luz de problemas concretos existentes en ciertos países latinoamericanos. Este estudio debe ahora actualizarse parcialmente dentro los límites que

^{1/} Entiéndese por tales aquellas que procesan en alguna medida las materias primas y fabrican arrabio, aceros y laminados.

Capítulo I

INTRODUCCION

La Comisión Económica para América Latina, en el deseo de continuar con el estudio sistemático de la industria siderúrgica latinoamericana y de su influencia en el desarrollo de las economías nacionales y regionales, ha resuelto actualizar y continuar trabajos anteriores relacionados con las inversiones necesarias para establecer plantas siderúrgicas integradas y con los costos de producción del acero. Este trabajo tiene por finalidad fundamental ponderar con cierta aproximación, la influencia que las economías de escala, como también los adelantos tecnológicos y nuevos procesos ya implantados en escala industrial, ejercen sobre las inversiones y sobre los costos de producción de hipotéticas plantas siderúrgicas integradas ^{1/} de distintas capacidades. Paralelamente, el estudio ha de permitir a los gobiernos y los industriales analizar algunas situaciones de hecho, creadas por las condiciones locales imperantes, que gravitan en la economía de producción de este importante sector industrial y establecer conclusiones que pueden resultar de alguna utilidad para orientar los desarrollos futuros.

I. CONSIDERACIONES GENERALES

En el año 1952, CEPAL presentó en la Junta de Expertos en Siderurgia de América Latina, que se reunió en Bogotá, un estudio que analizó algunos factores económicos y la estructura de costos de la industria, a la luz de problemas concretos existentes en ciertos países latinoamericanos. Este estudio debe ahora actualizarse parcialmente dentro los límites que

^{1/} Entiéndese por tales aquellas que procesan en alguna medida las materias primas y fabrican arrabio, aceros y laminados.

Por otro lado, se ha operado un cambio en los precios relativos a la energía eléctrica con respecto a los correspondientes a otras fuentes de energía, lo que ha motivado junto con otros adelantos tecnológicos, un aumento de la participación del acero obtenido en hornos eléctricos con relación al total producido por otros procesos en casi todos los países.

También en las instalaciones de laminación de significativa importancia por la inversión que demandan, los adelantos tecnológicos tienden a introducir la mayor economía posible de capital y a reducir los costos de operación. Así la colada continua, la laminación en unidades paralelas, el conjunto desbastador-laminador de planchas etc., son expresiones de soluciones nuevas que tienden a lograr aquel propósito.

Con relación a todos estos adelantos tecnológicos, puede expresarse pues, de una manera general, que son la manifestación concreta de la permanente lucha que la ciencia y la técnica desarrollan para lograr el objetivo fundamental de adaptar los procedimientos a las materias primas disponibles, buscando alcanzar la mayor productividad del capital invertido y reducir en todo lo posible los costos por unidad de producido.

Las notorias dificultades por que atraviesan los **distintos** países latinoamericanos, derivadas de la escasez de capitales para hacer frente al considerable incremento de la producción que debe alcanzarse para responder en medida adecuada al aumento del consumo de acero, obliga a poner particular énfasis en la ponderación de los efectos que los diversos adelantos tecnológicos tendrán en la mayor productividad del capital ya invertido y en la selección de los nuevos procedimientos, técnicas e instalaciones, para lograr una mínima inversión de capital para una capacidad dada de producción.

Las proyecciones de consumo y producción de aceros laminados que se han elaborado por diferentes autores, indican un fuerte crecimiento para el futuro próximo. Según dichas proyecciones, la capacidad total instalada podría ser, en el año 1975, a unas 18 000 000 de toneladas de productos laminados. Si se parte de la capacidad actual instalada resulta que será necesario invertir varios miles de millones de dólares para alcanzar aquel objetivo, y esta inversión será mínima si se opera una adecuada y conveniente centralización de las inversiones con la finalidad de ampliar, en la mayor medida posible, las plantas integradas existentes.

Por otro lado, se ha operado un cambio en los precios relativos a la energía eléctrica con respecto a los correspondientes a otras fuentes de energía, lo que ha motivado junto con otros adelantos tecnológicos, un aumento de la participación del acero obtenido en hornos eléctricos con relación al total producido por otros procesos en casi todos los países.

También en las instalaciones de laminación de significativa importancia por la inversión que demandan, los adelantos tecnológicos tienden a introducir la mayor economía posible de capital y a reducir los costos de operación. Así la colada continua, la laminación en unidades paralelas, el conjunto desbastador-laminador de planchas etc., son expresiones de soluciones nuevas que tienden a lograr aquel propósito.

Con relación a todos estos adelantos tecnológicos, puede expresarse pues, de una manera general, que son la manifestación concreta de la permanente lucha que la ciencia y la técnica desarrollan para lograr el objetivo fundamental de adaptar los procedimientos a las materias primas disponibles, buscando alcanzar la mayor productividad del capital invertido y reducir en todo lo posible los costos por unidad de producido.

Las notorias dificultades por que atraviesan los **distintos** países latinoamericanos, derivadas de la escasez de capitales para hacer frente al considerable incremento de la producción que debe alcanzarse para responder en medida adecuada al aumento del consumo de acero, obliga a poner particular énfasis en la ponderación de los efectos que los diversos adelantos tecnológicos tendrán en la mayor productividad del capital ya invertido y en la selección de los nuevos procedimientos, técnicas e instalaciones, para lograr una mínima inversión de capital para una capacidad dada de producción.

Las proyecciones de consumo y producción de aceros laminados que se han elaborado por diferentes autores, indican un fuerte crecimiento para el futuro próximo. Según dichas proyecciones, la capacidad total instalada podría ser, en el año 1975, a unas 18 000 000 de toneladas de productos laminados. Si se parte de la capacidad actual instalada resulta que será necesario invertir varios miles de millones de dólares para alcanzar aquel objetivo, y esta inversión será mínima si se opera una adecuada y conveniente centralización de las inversiones con la finalidad de ampliar, en la mayor medida posible, las plantas integradas existentes.

Si el problema se enfoca desde el punto de vista del interés de cada país, deberá concluirse que, en general, no se ha logrado todavía un adecuado aprovechamiento económico de los factores de producción locales, con el consiguiente impacto desfavorable en el ingreso total del país, en las disponibilidades de divisas y en los porcentajes de mano de obra desempleada.

Los elevados costos de extracción de los carbones nacionales, la utilización de carbones importados que deben ser transportados a largas distancias y los altos precios de los transportes locales, ocasionan en general elevados costos de acopio, lo que atenta contra el principal objetivo que debe lograrse en las producciones siderúrgicas planeadas, como corresponde, con vistas de largo alcance. La obtención del arrabio o su equivalente a bajo costo, dan forma al factor económico fundamental de la producción siderúrgica, cuyos efectos se hacen más sensibles cuanto más reducido es el mercado y cuanto mayor es la diversificación de los productos laminados que se elaboran en cada planta.

Los nuevos adelantos tecnológicos proporcionan a los empresarios la posibilidad de atenuar el efecto de estos factores desfavorables y a ellos se hará expresa referencia en los análisis y conclusiones de este trabajo.

Todas las consideraciones y conclusiones de este estudio se encuadran en un lapso que se extiende hasta el año 1975 y es por tal motivo que no habrá de hacerse referencia a adelantos tecnológicos cuya implantación en escala industrial en los países lationamericanos, una vez sancionados por la experiencia lograda en los países altamente industrializados, habrá de operarse con posterioridad a dicha fecha límite

II. BASES GENERALES DEL ESTUDIO

A. Métodos y supuestos

Se han establecido en general atendiendo muy especialmente a las particularidades que resultan de la ponderación de las condiciones locales lationamericanas.

El método seguido será explicado detalladamente en el Capítulo II. Consiste en un examen detallado de los diferentes componentes de los costos de producción reales y teóricos del arrabio, acero y laminados correspondientes a diversos procesos utilizados o de más probable aplicación en los

/países latinoamericanos.

Si el problema se enfoca desde el punto de vista del interés de cada país, deberá concluirse que, en general, no se ha logrado todavía un adecuado aprovechamiento económico de los factores de producción locales, con el consiguiente impacto desfavorable en el ingreso total del país, en las disponibilidades de divisas y en los porcentajes de mano de obra desempleada.

Los elevados costos de extracción de los carbones nacionales, la utilización de carbones importados que deben ser transportados a largas distancias y los altos precios de los transportes locales, ocasionan en general elevados costos de acopio, lo que atenta contra el principal objetivo que debe lograrse en las producciones siderúrgicas planeadas, como corresponde, con vistas de largo alcance. La obtención del arrabio o su equivalente a bajo costo, dan forma al factor económico fundamental de la producción siderúrgica, cuyos efectos se hacen más sensibles cuanto más reducido es el mercado y cuanto mayor es la diversificación de los productos laminados que se elaboran en cada planta.

Los nuevos adelantos tecnológicos proporcionan a los empresarios la posibilidad de atenuar el efecto de estos factores desfavorables y a ellos se hará expresa referencia en los análisis y conclusiones de este trabajo.

Todas las consideraciones y conclusiones de este estudio se encuadran en un lapso que se extiende hasta el año 1975 y es por tal motivo que no habrá de hacerse referencia a adelantos tecnológicos cuya implantación en escala industrial en los países lationamericanos, una vez sancionados por la experiencia lograda en los países altamente industrializados, habrá de operarse con posterioridad a dicha fecha límite

II. BASES GENERALES DEL ESTUDIO

A. Métodos y supuestos

Se han establecido en general atendiendo muy especialmente a las particularidades que resultan de la ponderación de las condiciones locales lationamericanas.

El método seguido será explicado detalladamente en el Capítulo II. Consiste en un examen detallado de los diferentes componentes de los costos de producción reales y teóricos del arrabio, acero y laminados correspondientes a diversos procesos utilizados o de más probable aplicación en los

/países latinoamericanos.

Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Venezuela utilizan en sus plantas siderúrgicas integradas, minerales con alta ley en Fe, que alcanzan o pueden alcanzar mediante una adecuada concentración el porcentaje tomado como base en los cálculos. Únicamente Argentina y Colombia disponen de minerales altamente fosforosos cuyas leyes oscilan entre 47 por ciento y 53 por ciento Fe. Si bien algunos de estos minerales pueden concentrarse, como es el caso de los minerales del Yacimiento de Sierra Grande (Argentina), en los cálculos teóricos y para tales condiciones más desfavorables, se ha partido aquí de la base de que tal concentración no se efectuará.

Los precios teóricos establecidos para estas dos calidades de minerales que se mantienen constantes para las distintas capacidades de producción anual, representan valores promedios y han tomado especial consideración de la circunstancia de que los yacimientos de minerales fosforosos están muy próximos a los lugares donde se localizan o podrán localizarse las plantas que los utilicen.

- b) El costo teórico del carbón coquizable que se supone constante para las distintas capacidades de producción, es en realidad inferior al que corresponde a algunos países que deben importarlo o que lo obtienen de yacimientos locales en condiciones de explotación o de transporte difíciles o poco económicas, como sucede en Chile y Brasil. Ello no obstante, este precio representa un valor promedio que corresponde a carbones importados puestos en las plantas siderúrgicas latinoamericanas.
- c) Los precios del vapor y energía termoeléctrica, han sido calculados partiendo de la base de que se generan en la propia planta, utilizando gas de alto horno u otro combustible cuyo costo es de u\$s 0.012 por unidad de 9 200 calorías. A manera de simplificación, se ha supuesto que tales precios, así como otros de reducida gravitación en los costos de operación, se mantienen constantes para las distintas capacidades de producción, cosa que en realidad no ocurrirá.

/d) El

Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Venezuela utilizan en sus plantas siderúrgicas integradas, minerales con alta ley en Fe, que alcanzan o pueden alcanzar mediante una adecuada concentración el porcentaje tomado como base en los cálculos. Únicamente Argentina y Colombia disponen de minerales altamente fosforosos cuyas leyes oscilan entre 47 por ciento y 53 por ciento Fe. Si bien algunos de estos minerales pueden concentrarse, como es el caso de los minerales del Yacimiento de Sierra Grande (Argentina), en los cálculos teóricos y para tales condiciones más desfavorables, se ha partido aquí de la base de que tal concentración no se efectuará.

Los precios teóricos establecidos para estas dos calidades de minerales que se mantienen constantes para las distintas capacidades de producción anual, representan valores promedios y han tomado especial consideración de la circunstancia de que los yacimientos de minerales fosforosos están muy próximos a los lugares donde se localizan o podrán localizarse las plantas que los utilicen.

- b) El costo teórico del carbón coquizable que se supone constante para las distintas capacidades de producción, es en realidad inferior al que corresponde a algunos países que deben importarlo o que lo obtienen de yacimientos locales en condiciones de explotación o de transporte difíciles o poco económicas, como sucede en Chile y Brasil. Ello no obstante, este precio representa un valor promedio que corresponde a carbones importados puestos en las plantas siderúrgicas latinoamericanas.
- c) Los precios del vapor y energía termoeléctrica, han sido calculados partiendo de la base de que se generan en la propia planta, utilizando gas de alto horno u otro combustible cuyo costo es de u\$s 0.012 por unidad de 9 200 calorías. A manera de simplificación, se ha supuesto que tales precios, así como otros de reducida gravitación en los costos de operación, se mantienen constantes para las distintas capacidades de producción, cosa que en realidad no ocurrirá.

/d) El

6. En el departamento de reducción, se ha supuesto en todos los casos que se empleará 30 por ciento de sinter. La situación predominante en las características de los minerales de hierro disponibles en los distintos países, especialmente su reducibilidad, demás particularidades físico-mecánicas y posibilidades y métodos de concentración utilizables, señalan la conveniencia de considerar para los cálculos teóricos, que en cada caso sólo se aglomerarán los finos. El porcentaje medio de finos, no alcanza en la actualidad a este valor, que se adopta por estimar que en el futuro la necesidad de una mejor selección granulométrica obligará a reducir los tamaños máximos que en la actualidad se cargan en los hornos de reducción.

7. La chatarra ha sido valorizada a un 90 por ciento del precio del arrabio, lo cual evidentemente significa una desventaja adicional para las plantas pequeñas, que tienen un costo mayor de producción de su arrabio.

8. Las capacidades unitarias de los hornos de reducción y afino han sido establecidas en los cálculos teóricos, tomando en consideración las siguientes escalas:

	<u>Capacidad mínima</u> (toneladas)	<u>Capacidad máxima</u> (toneladas)
Alto Horno	300	4 000
Horno de reducción eléctrico	-	250
Hornos de Solera abierta	25	500
Convertidores soplados por el fondo	10	75
Convertidores LD - LDAC	10	150
Hornos Eléctricos de Acero	15	150

Para los hornos de afino, se han considerado las siguientes producciones anuales de lingote de acero ^{2/} por tonelada de capacidad del horno:

Horno de solera abierta con oxígeno (arrabio bajo fósforo)	1 200
Horno eléctrico de arco con 70 por ciento de arrabio líquido de bajo fósforo	2 500
Convertidor THOMAS soplado con aire enriquecido	8 000
Convertidor LD	8 000
Convertidor LD - AC	7 000

^{2/} Fuente: "Comparison of Steel Making Processes". Economic Commission for Europe.

6. En el departamento de reducción, se ha supuesto en todos los casos que se empleará 30 por ciento de sinter. La situación predominante en las características de los minerales de hierro disponibles en los distintos países, especialmente su reducibilidad, demás particularidades físico-mecánicas y posibilidades y métodos de concentración utilizables, señalan la conveniencia de considerar para los cálculos teóricos, que en cada caso sólo se aglomerarán los finos. El porcentaje medio de finos, no alcanza en la actualidad a este valor, que se adopta por estimar que en el futuro la necesidad de una mejor selección granulométrica obligará a reducir los tamaños máximos que en la actualidad se cargan en los hornos de reducción.

7. La chatarra ha sido valorizada a un 90 por ciento del precio del arrabio, lo cual evidentemente significa una desventaja adicional para las plantas pequeñas, que tienen un costo mayor de producción de su arrabio.

8. Las capacidades unitarias de los hornos de reducción y afino han sido establecidas en los cálculos teóricos, tomando en consideración las siguientes escalas:

	<u>Capacidad mínima</u> (toneladas)	<u>Capacidad máxima</u> (toneladas)
Alto Horno	300	4 000
Horno de reducción eléctrico	-	250
Hornos de Solera abierta	25	500
Convertidores soplados por el fondo	10	75
Convertidores LD - LDAC	10	150
Hornos Eléctricos de Acero	15	150

Para los hornos de afino, se han considerado las siguientes producciones anuales de lingote de acero ^{2/} por tonelada de capacidad del horno:

Horno de solera abierta con oxígeno (arrabio bajo fósforo)	1 200
Horno eléctrico de arco con 70 por ciento de arrabio líquido de bajo fósforo	2 500
Convertidor THOMAS soplado con aire enriquecido	8 000
Convertidor LD	8 000
Convertidor LD - AC	7 000

^{2/} Fuente: "Comparison of Steel Making Processes". Economic Commission for Europe.

Algunos estudios realizados sobre el potencial de chatarra en países latinoamericanos, indican que la chatarra de uso recuperable (obtenida de bienes fuera de uso), puede oscilar entre el 35 y 40 por ciento de acero consumido, y que la chatarra de producción (adquirida a los talleres como retorno del acero vendido por las acerías) representa un 8 por ciento del total expedido. Sin embargo, la experiencia muestra que tales estimaciones con respecto a la chatarra de uso y de producción son, hasta el momento, optimistas. En México, país fuertemente importador de chatarra en los últimos años, la disponibilidad de chatarra de procedencia nacional alcanza al 37 por ciento del total de acero en lingotes producido. En Chile, Argentina y Brasil, la situación no es muy diferente.

Múltiples son las causas que influyen en estas desviaciones sensibles con respecto a los valores de recuperación estimados para Latinoamérica, valores éstos que son inferiores a los que se registran en países altamente industrializados. Las distancias a recorrer hasta los centros de consumo, las dificultades y costos de los transportes que encarecen el precio de la chatarra, la obsolescencia total que se produce en un período más largo que el normal en otros países etc., son factores que contribuyen a aumentar el porcentaje de chatarra no recuperable para las acerías.

Otra situación que debe ser tenida especialmente en cuenta para estimar las disponibilidades futuras de chatarra en las plantas integradas, es la existencia en los distintos países latinoamericanos de numerosas acerías semi-integradas que consumen elevados porcentajes de aquélla. Estas acerías, gradualmente, y para asegurar su coexistencia económica, se orientarán hacia la elaboración de aceros no comunes (de dimensiones especiales y de calidad), cuya demanda, atendiendo al nivel medio de desarrollo industrial zonal, puede estimarse en un 10 por ciento del total de lingotes de acero producido.

Lo expuesto lleva a suponer con cierto fundamento que el porcentaje de chatarra de que podrán disponer las plantas integradas latinoamericanas, durante el lapso que abarca este estudio, será sensiblemente inferior a la disponibilidad anual de procedencia nacional.

Aceptando que la producción de chatarra de origen interno o de recirculación puede oscilar entre el 20 y 30 por ciento del total de lingotes

/producidos, resulta

Algunos estudios realizados sobre el potencial de chatarra en países latinoamericanos, indican que la chatarra de uso recuperable (obtenida de bienes fuera de uso), puede oscilar entre el 35 y 40 por ciento de acero consumido, y que la chatarra de producción (adquirida a los talleres como retorno del acero vendido por las acerías) representa un 8 por ciento del total expedido. Sin embargo, la experiencia muestra que tales estimaciones con respecto a la chatarra de uso y de producción son, hasta el momento, optimistas. En México, país fuertemente importador de chatarra en los últimos años, la disponibilidad de chatarra de procedencia nacional alcanza al 37 por ciento del total de acero en lingotes producido. En Chile, Argentina y Brasil, la situación no es muy diferente.

Múltiples son las causas que influyen en estas desviaciones sensibles con respecto a los valores de recuperación estimados para Latinoamérica, valores éstos que son inferiores a los que se registran en países altamente industrializados. Las distancias a recorrer hasta los centros de consumo, las dificultades y costos de los transportes que encarecen el precio de la chatarra, la obsolescencia total que se produce en un período más largo que el normal en otros países etc., son factores que contribuyen a aumentar el porcentaje de chatarra no recuperable para las acerías.

Otra situación que debe ser tenida especialmente en cuenta para estimar las disponibilidades futuras de chatarra en las plantas integradas, es la existencia en los distintos países latinoamericanos de numerosas acerías semi-integradas que consumen elevados porcentajes de aquélla. Estas acerías, gradualmente, y para asegurar su coexistencia económica, se orientarán hacia la elaboración de aceros no comunes (de dimensiones especiales y de calidad), cuya demanda, atendiendo al nivel medio de desarrollo industrial zonal, puede estimarse en un 10 por ciento del total de lingotes de acero producido.

Lo expuesto lleva a suponer con cierto fundamento que el porcentaje de chatarra de que podrán disponer las plantas integradas latinoamericanas, durante el lapso que abarca este estudio, será sensiblemente inferior a la disponibilidad anual de procedencia nacional.

Aceptando que la producción de chatarra de origen interno o de recirculación puede oscilar entre el 20 y 30 por ciento del total de lingotes

/producidos, resulta

Capítulo II

INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION

I. METODO Y ALCANCE DE ESTE CAPITULO

Con la finalidad de poder cuantificar y calificar en forma más ordenada y efectiva, la influencia de los adelantos tecnológicos en las inversiones y en los costos de producción, se efectuará un breve comentario sobre las ventajas técnico-económicas que los mismos reportan y que han sido suficientemente sancionadas por la experimentación en escala industrial. De esta manera, se tratará de concretar el efecto que tales adelantos tecnológicos han tenido, en el aumento de la productividad de los hornos, instalaciones y mano de obra^{1/} y, en la reducción de los consumos específicos de ciertas materias primas y materiales que tienen significativa gravitación en los costos de operación.

Ya en posesión de tales antecedentes, se calcularán separadamente las inversiones y los costos de producción teóricos y que en adelante se denominarán departamentales, correspondientes a hipotéticas plantas de reducción de los minerales de hierro, acerías y talleres de laminación de distintas capacidades y que aplican distintos procesos, construyéndose las curvas que relacionan dichos valores. Para el cumplimiento de este propósito, y con la finalidad de no extender y complicar el estudio, será necesario establecer ciertas simplificaciones y supuestos particulares

^{1/} En el curso de este trabajo, se hará frecuentemente referencia a la "productividad" de los hornos y otras instalaciones. La palabra "productividad" tendrá en estos casos, un significado diferente del que comúnmente se le da en trabajos de economía, pero será el que ella tiene en el lenguaje técnico siderúrgico, cual es apreciar la producción que se está haciendo en un volumen dado de trabajo de un alto horno o la capacidad nominal instalada en otros equipos. Tal utilización varía en términos muy amplios según la técnica que se emplee en la operación y afectará siempre el rendimiento del capital y la mano de obra simultáneamente y a veces, también, al monto de los insumos.

Capítulo II

INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION

I. METODO Y ALCANCE DE ESTE CAPITULO

Con la finalidad de poder cuantificar y calificar en forma más ordenada y efectiva, la influencia de los adelantos tecnológicos en las inversiones y en los costos de producción, se efectuará un breve comentario sobre las ventajas técnico-económicas que los mismos reportan y que han sido suficientemente sancionadas por la experimentación en escala industrial. De esta manera, se tratará de concretar el efecto que tales adelantos tecnológicos han tenido, en el aumento de la productividad de los hornos, instalaciones y mano de obra^{1/} y, en la reducción de los consumos específicos de ciertas materias primas y materiales que tienen significativa gravitación en los costos de operación.

Ya en posesión de tales antecedentes, se calcularán separadamente las inversiones y los costos de producción teóricos y que en adelante se denominarán departamentales, correspondientes a hipotéticas plantas de reducción de los minerales de hierro, acerías y talleres de laminación de distintas capacidades y que aplican distintos procesos, construyéndose las curvas que relacionan dichos valores. Para el cumplimiento de este propósito, y con la finalidad de no extender y complicar el estudio, será necesario establecer ciertas simplificaciones y supuestos particulares

^{1/} En el curso de este trabajo, se hará frecuentemente referencia a la "productividad" de los hornos y otras instalaciones. La palabra "productividad" tendrá en estos casos, un significado diferente del que comúnmente se le da en trabajos de economía, pero será el que ella tiene en el lenguaje técnico siderúrgico, cual es apreciar la producción que se está haciendo en un volumen dado de trabajo de un alto horno o la capacidad nominal instalada en otros equipos. Tal utilización varía en términos muy amplios según la técnica que se emplee en la operación y afectará siempre el rendimiento del capital y la mano de obra simultáneamente y a veces, también, al monto de los insumos.

en la mayor productividad del alto horno y en el menor consumo de coque, sino también porque de esta manera, es posible aprovechar minerales de baja ley realizando una más exhaustiva explotación de los yacimientos.

Naturalmente, si estos minerales de baja ley no son beneficiados en las minas, puede resultar que su utilización resulte antieconómica por efecto del elevado costo de los transportes hasta las plantas siderúrgicas.

No todos los minerales podrán concentrarse, y aún cuando ello sea técnicamente posible, habrá casos en que el costo de la concentración será tan elevado que no habrá de compensarse con la economía a obtener en el alto horno como consecuencia del enriquecimiento.

En general, los minerales de hierro de los yacimientos latinoamericanos en explotación, son de alta ley y sólo Argentina y Colombia cuentan, como ya se dijo, con minerales cuyos tenores en hierro oscilan entre 47 y 53 por ciento. Los minerales del yacimiento de Sierra Grande, (Argentina), están constituidos por una mezcla de hematita y magnetita con predominio marcado de esta última. Dichos minerales pueden ser concentrados previa molienda fina, hasta alcanzar leyes que oscilan alrededor de 68 por ciento de Fe, obteniéndose luego con ellos, pellas que constituyen un excelente alimento para el alto horno. Los minerales de la mina "El Romeral", (Chile), con los que ya se abastece a la planta de Huachipato, tienen una ley media de 60.5 por ciento de Fe y pueden ser beneficiados por lavado y concentración magnética de los finos, hasta 63.5 por ciento de Fe.

Dada la alta ley de origen de los minerales usados en la siderurgia latinoamericana, puede decirse que en general, no existen problemas de gran importancia que resolver con respecto a este aspecto de la preparación de las materias primas.

Las estadísticas prueban que en algunos países, la concentración de los minerales de hierro, ha producido una disminución en el consumo de coque que varía entre 2 y 3 por ciento y un aumento de la productividad del alto horno que oscila entre 2 y 4 por ciento por cada uno por ciento que aumenta el tenor de hierro en el concentrado.^{2/}

^{2/} Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européenne".

en la mayor productividad del alto horno y en el menor consumo de coque, sino también porque de esta manera, es posible aprovechar minerales de baja ley realizando una más exhaustiva explotación de los yacimientos.

Naturalmente, si estos minerales de baja ley no son beneficiados en las minas, puede resultar que su utilización resulte antieconómica por efecto del elevado costo de los transportes hasta las plantas siderúrgicas.

No todos los minerales podrán concentrarse, y aún cuando ello sea técnicamente posible, habrá casos en que el costo de la concentración será tan elevado que no habrá de compensarse con la economía a obtener en el alto horno como consecuencia del enriquecimiento.

En general, los minerales de hierro de los yacimientos latinoamericanos en explotación, son de alta ley y sólo Argentina y Colombia cuentan, como ya se dijo, con minerales cuyos tenores en hierro oscilan entre 47 y 53 por ciento. Los minerales del yacimiento de Sierra Grande, (Argentina), están constituidos por una mezcla de hematita y magnetita con predominio marcado de esta última. Dichos minerales pueden ser concentrados previa molienda fina, hasta alcanzar leyes que oscilan alrededor de 68 por ciento de Fe, obteniéndose luego con ellos, pellas que constituyen un excelente alimento para el alto horno. Los minerales de la mina "El Romeral", (Chile), con los que ya se abastece a la planta de Huachipato, tienen una ley media de 60.5 por ciento de Fe y pueden ser beneficiados por lavado y concentración magnética de los finos, hasta 63.5 por ciento de Fe.

Dada la alta ley de origen de los minerales usados en la siderurgia latinoamericana, puede decirse que en general, no existen problemas de gran importancia que resolver con respecto a este aspecto de la preparación de las materias primas.

Las estadísticas prueban que en algunos países, la concentración de los minerales de hierro, ha producido una disminución en el consumo de coque que varía entre 2 y 3 por ciento y un aumento de la productividad del alto horno que oscila entre 2 y 4 por ciento por cada uno por ciento que aumenta el tenor de hierro en el concentrado.^{2/}

^{2/} Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européenne".

que tanto el sinter como las pellas, tienen en la productividad del alto horno y en el consumo específico de coque. Los resultados obtenidos varían considerablemente según las características químicas y físico-mecánicas de los minerales y la calidad de los aglomerados.

Recientemente, se está ensayando con éxito en los Estados Unidos, un nuevo procedimiento de producir pellas, con el que se espera aumentar notablemente la productividad de los altos hornos que emplean pellas corrientes, y reducir el consumo específico de coque. Este procedimiento se basa en el calentamiento previo de las pellas, durante el cual se libera monóxido de carbono. Resultará así posible, controlar de mejor manera la metalización y además, proporcionar a las pellas suficiente resistencia a la reoxidación a que habitualmente están sometidas las pellas corrientes durante la exposición a la intemperie.

A los efectos de ponderar en medida prudente la influencia que la sinterización tendrá en la operación de los altos hornos instalados en América Latina, se adoptan en este trabajo los siguientes valores medios, obtenidos de la compulsión de numerosos antecedentes empíricos:

Economía de coque por uso de un 30 por ciento de sinter autofundente:	7 por ciento
Aumento de la productividad del alto horno por la misma causa:	14 por ciento

El efecto de estas variaciones en las inversiones puede determinarse siguiendo un criterio análogo al mencionado al considerar la influencia de la concentración del mineral.

Para capacidades instaladas que oscilan alrededor de las 500 000 toneladas anuales de arrabio, pueden estimarse para los valores de aumento de la productividad y reducción del consumo específico de coque mencionadas precedentemente, los siguientes porcentajes de aumento y disminución referidos a la inversión por tonelada de capacidad instalada del conjunto alto horno e instalaciones auxiliares y complementarias.

	<u>aumento</u>	<u>disminución</u>
Planta de sinter	1.3%	
Coquería		0.3%
Alto horno e instalaciones auxiliares		4.7%
<u>Totales</u>	<u>1.3%</u>	<u>5.0%</u>
<u>Diferencia</u>		<u>3.7%</u>

/Cabe señalar

que tanto el sinter como las pellas, tienen en la productividad del alto horno y en el consumo específico de coque. Los resultados obtenidos varían considerablemente según las características químicas y físico-mecánicas de los minerales y la calidad de los aglomerados.

Recientemente, se está ensayando con éxito en los Estados Unidos, un nuevo procedimiento de producir pellas, con el que se espera aumentar notablemente la productividad de los altos hornos que emplean pellas corrientes, y reducir el consumo específico de coque. Este procedimiento se basa en el calentamiento previo de las pellas, durante el cual se libera monóxido de carbono. Resultará así posible, controlar de mejor manera la metalización y además, proporcionar a las pellas suficiente resistencia a la reoxidación a que habitualmente están sometidas las pellas corrientes durante la exposición a la intemperie.

A los efectos de ponderar en medida prudente la influencia que la sinterización tendrá en la operación de los altos hornos instalados en América Latina, se adoptan en este trabajo los siguientes valores medios, obtenidos de la compulsión de numerosos antecedentes empíricos:

Economía de coque por uso de un 30 por ciento de sinter autofundente:	7 por ciento
Aumento de la productividad del alto horno por la misma causa:	14 por ciento

El efecto de estas variaciones en las inversiones puede determinarse siguiendo un criterio análogo al mencionado al considerar la influencia de la concentración del mineral.

Para capacidades instaladas que oscilan alrededor de las 500 000 toneladas anuales de arrabio, pueden estimarse para los valores de aumento de la productividad y reducción del consumo específico de coque mencionadas precedentemente, los siguientes porcentajes de aumento y disminución referidos a la inversión por tonelada de capacidad instalada del conjunto alto horno e instalaciones auxiliares y complementarias.

	<u>aumento</u>	<u>disminución</u>
Planta de sinter	1.3%	
Coquería		0.3%
Alto horno e instalaciones auxiliares		4.7%
<u>Totales</u>	<u>1.3%</u>	<u>5.0%</u>
<u>Diferencia</u>		<u>3.7%</u>

/Cabe señalar

del mismo total. La experiencia en este país mostró que, usando una presión de hasta 0.7 atmósferas en el tragante, la productividad aumentaba entre 5.5 y 6.5 por ciento^{3/}. En otros países, el uso de alta presión en el tragante, no ha acusado el mismo incremento.

En general, el consumo específico de coque en los hornos de alta presión no es inferior al de los hornos corrientes, es decir, desde este punto de vista, no hay diferencias sensibles. En ciertos círculos técnicos se sostiene que si la carga no contiene finos y es preparada adecuadamente, no existe mayor razón que abone en pro de la utilización de alta presión en el tragante. Debe mencionarse, por otra parte, que la adopción de este adelanto tecnológico introduce complicaciones de diseño para responder al aumento de presión (revestimiento del alto horno, soplantes, estufas, válvulas, etc.). Por las dos últimas razones expresadas, se aprecia que, en el lapso que considera este trabajo, este adelanto no será introducido con carácter generalizado en América Latina.

El hecho de que la humedad atmosférica varíe entre amplios límites, introduce un factor perturbador en la marcha regular del alto horno. Los intentos de secado del aire que se insuflaba a elevadas temperaturas, ocasionaron dificultades en la operación y evidenciaron que tal procedimiento era antieconómico. Con el agregado de vapor se puede lograr una humedad constante y una temperatura más alta en el aire de insuflación, favoreciendo la marcha regular del alto horno. Pero como la adición de vapor al aire insuflado produce un efecto de enfriamiento (calor necesario para la disociación), resulta necesario compensarlo con un aumento adicional de la temperatura del aire. Se calcula que tal aumento oscila alrededor de 75°C por cada 1 por ciento de vapor, lo que corresponde aproximadamente a 9°C por gr/m³. La disociación del vapor en H₂ y O₂ ocasiona un enriquecimiento del aire soplado y, además, introduce un reductor poderoso como el H₂. En síntesis, puede decirse que la adición de vapor permite obtener una humedad constante en el aire de insuflación y un aumento de la temperatura del mismo, lo que mejora, dentro de ciertos límites, la marcha del

3/ Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européenne".

del mismo total. La experiencia en este país mostró que, usando una presión de hasta 0.7 atmósferas en el tragante, la productividad aumentaba entre 5.5 y 6.5 por ciento^{3/}. En otros países, el uso de alta presión en el tragante, no ha acusado el mismo incremento.

En general, el consumo específico de coque en los hornos de alta presión no es inferior al de los hornos corrientes, es decir, desde este punto de vista, no hay diferencias sensibles. En ciertos círculos técnicos se sostiene que si la carga no contiene finos y es preparada adecuadamente, no existe mayor razón que abone en pro de la utilización de alta presión en el tragante. Debe mencionarse, por otra parte, que la adopción de este adelanto tecnológico introduce complicaciones de diseño para responder al aumento de presión (revestimiento del alto horno, soplantes, estufas, válvulas, etc.). Por las dos últimas razones expresadas, se aprecia que, en el lapso que considera este trabajo, este adelanto no será introducido con carácter generalizado en América Latina.

El hecho de que la humedad atmosférica varíe entre amplios límites, introduce un factor perturbador en la marcha regular del alto horno. Los intentos de secado del aire que se insuflaba a elevadas temperaturas, ocasionaron dificultades en la operación y evidenciaron que tal procedimiento era antieconómico. Con el agregado de vapor se puede lograr una humedad constante y una temperatura más alta en el aire de insuflación, favoreciendo la marcha regular del alto horno. Pero como la adición de vapor al aire insuflado produce un efecto de enfriamiento (calor necesario para la disociación), resulta necesario compensarlo con un aumento adicional de la temperatura del aire. Se calcula que tal aumento oscila alrededor de 75°C por cada 1 por ciento de vapor, lo que corresponde aproximadamente a 9°C por gr/m³. La disociación del vapor en H₂ y O₂ ocasiona un enriquecimiento del aire soplado y, además, introduce un reductor poderoso como el H₂. En síntesis, puede decirse que la adición de vapor permite obtener una humedad constante en el aire de insuflación y un aumento de la temperatura del mismo, lo que mejora, dentro de ciertos límites, la marcha del

3/ Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européenne".

Como la cantidad de vapor que puede agregarse para un aumento dado de la temperatura del aire es más bien reducida, se ha buscado con éxito inyectar hidrocarburos (gas natural, petróleo, etc.). La inyección de hidrocarburos en las toberas produce enfriamiento como consecuencia del calor absorbido por la combustión, generando CO más H₂, y porque estos gases requieren calor sensible para elevar su temperatura hasta la correspondiente al crisol. Desde este punto de vista, son pues los hidrocarburos al igual que el vapor, agentes de enfriamiento y facilitan una insuflación del aire a más alta temperatura.

La inyección de petróleo se aplica ya en numerosos altos hornos con muy buenos resultados. La relación con que el petróleo reemplaza al coque, varía dentro de ciertos límites, según el alto horno sea operado a temperatura del aire constante o variable y según sean las características de la carga. La relación kg de coque-kg de petróleo, puede oscilar entre 1.1 y 2 y tiene, por lo ya dicho, un límite a partir del cual no es posible sustituir más coque sin perjudicar la operación del alto horno.

En varios países se ha investigado la inyección de gas natural por las toberas variando la adición entre 50 y 90 Nm³ por tonelada de arrabio. La relación en que el gas natural reemplaza al coque, oscila entre 1.2 y 2.5 kg de coque por Nm³ de gas natural. La inyección de carbón en polvo molido, por las toberas, ha sido también ensayada con éxito, lográndose en algunas experiencias reemplazar 20 por ciento de coque con dicho combustible en la relación 1:1.

El enriquecimiento del aire con oxígeno, ha demostrado que, dentro de ciertos límites, aumenta la productividad del alto horno. Eleva la temperatura de la llama dentro de las toberas y permite aumentar la cantidad de combustibles inyectados, sin necesidad de variar la temperatura del viento insuflado, reduciendo así el lastre que significa el N₂, de tan desfavorable influencia en la marcha del alto horno.

En un futuro no muy lejano, se recuperará en forma continua la energía del gas caliente que sale del tragante en los altos hornos soplados a presión, utilizando una turbina centrípeta.

La aplicación de todos los adelantos tecnológicos precedentemente mencionados, hace que las pérdidas térmicas de un alto horno de pequeñas

/dimensiones, sean

Como la cantidad de vapor que puede agregarse para un aumento dado de la temperatura del aire es más bien reducida, se ha buscado con éxito inyectar hidrocarburos (gas natural, petróleo, etc.). La inyección de hidrocarburos en las toberas produce enfriamiento como consecuencia del calor absorbido por la combustión, generando CO más H₂, y porque estos gases requieren calor sensible para elevar su temperatura hasta la correspondiente al crisol. Desde este punto de vista, son pues los hidrocarburos al igual que el vapor, agentes de enfriamiento y facilitan una insuflación del aire a más alta temperatura.

La inyección de petróleo se aplica ya en numerosos altos hornos con muy buenos resultados. La relación con que el petróleo reemplaza al coque, varía dentro de ciertos límites, según el alto horno sea operado a temperatura del aire constante o variable y según sean las características de la carga. La relación kg de coque-kg de petróleo, puede oscilar entre 1.1 y 2 y tiene, por lo ya dicho, un límite a partir del cual no es posible sustituir más coque sin perjudicar la operación del alto horno.

En varios países se ha investigado la inyección de gas natural por las toberas variando la adición entre 50 y 90 Nm³ por tonelada de arrabio. La relación en que el gas natural reemplaza al coque, oscila entre 1.2 y 2.5 kg de coque por Nm³ de gas natural. La inyección de carbón en polvo molido, por las toberas, ha sido también ensayada con éxito, lográndose en algunas experiencias reemplazar 20 por ciento de coque con dicho combustible en la relación 1:1.

El enriquecimiento del aire con oxígeno, ha demostrado que, dentro de ciertos límites, aumenta la productividad del alto horno. Eleva la temperatura de la llama dentro de las toberas y permite aumentar la cantidad de combustibles inyectados, sin necesidad de variar la temperatura del viento insuflado, reduciendo así el lastre que significa el N₂, de tan desfavorable influencia en la marcha del alto horno.

En un futuro no muy lejano, se recuperará en forma continua la energía del gas caliente que sale del tragante en los altos hornos soplados a presión, utilizando una turbina centrípeta.

La aplicación de todos los adelantos tecnológicos precedentemente mencionados, hace que las pérdidas térmicas de un alto horno de pequeñas

/dimensiones, sean

Orinoco en Venezuela. Los hornos de mayor capacidad cuentan con transformadores de 33 000 KVA, existiendo sin embargo unidades de 50 000 KVA en Moirana (Noruega).

En los hornos eléctricos de cuba baja, la reductibilidad del mineral desempeña un papel importante. Entre los adelantos tecnológicos más importantes aplicados a la reducción por vía eléctrica, cabe mencionar:

a) Utilización de sinter autofundente, al que se le asigna la particularidad de haber eliminado la calcinación eléctrica de la caliza, de reducir las temperaturas en la zona de reacción y de elevar el porcentaje de CO₂ en el gas, duplicando los valores normales. Utilizando sinter autofundente, la productividad del horno aumenta, el gasto de energía eléctrica desciende según sean las características del mineral, hasta un mínimo de 2 000 KWh y el consumo de carbono oscila alrededor de 300 kg (370 kg de coque). Esta reducción en el consumo de energía eléctrica permite una elevación del costo del KWh, sin afectar las condiciones de coexistencia económica del proceso en el alto horno clásico.

b) El precalentamiento previo de la carga, cuyo primer efecto es economizar energía eléctrica. En razón de que los gases que se elevan en la zona de alta temperatura, no poseen suficiente calor, el precalentamiento debe hacerse fuera del horno eléctrico. La utilización de cargas precalentadas, ocasiona la aparición o el aumento de la reducción indirecta. De esta manera, los gases originados en el crisol, intervienen en la reducción de los óxidos de hierro, aproximándose el proceso al esquema del alto horno.

c) Utilización de cargas prereducidas y precalentadas. La pre-reducción se realiza en el mismo horno mediante un mejor aprovechamiento de los gases producidos en el crisol, o en un aparato independiente para disminuir las necesidades térmicas del horno eléctrico.

Entre los procedimientos empleados para precalentar y prereducir la carga, merecen citarse los siguientes, que han sido ensayados en escala industrial:

- i) Procedimiento Electrokemisk con horno giratorio.
- ii) Procedimiento Electrokemisk con horno de cuba.
- iii) Procedimiento Strategic-Udy en horno giratorio.

Orinoco en Venezuela. Los hornos de mayor capacidad cuentan con transformadores de 33 000 KVA, existiendo sin embargo unidades de 50 000 KVA en Moirana (Noruega).

En los hornos eléctricos de cuba baja, la reductibilidad del mineral desempeña un papel importante. Entre los adelantos tecnológicos más importantes aplicados a la reducción por vía eléctrica, cabe mencionar:

a) Utilización de sinter autofundente, al que se le asigna la particularidad de haber eliminado la calcinación eléctrica de la caliza, de reducir las temperaturas en la zona de reacción y de elevar el porcentaje de CO₂ en el gas, duplicando los valores normales. Utilizando sinter autofundente, la productividad del horno aumenta, el gasto de energía eléctrica desciende según sean las características del mineral, hasta un mínimo de 2 000 KWh y el consumo de carbono oscila alrededor de 300 kg (370 kg de coque). Esta reducción en el consumo de energía eléctrica permite una elevación del costo del KWh, sin afectar las condiciones de coexistencia económica del proceso en el alto horno clásico.

b) El precalentamiento previo de la carga, cuyo primer efecto es economizar energía eléctrica. En razón de que los gases que se elevan en la zona de alta temperatura, no poseen suficiente calor, el precalentamiento debe hacerse fuera del horno eléctrico. La utilización de cargas precalentadas, ocasiona la aparición o el aumento de la reducción indirecta. De esta manera, los gases originados en el crisol, intervienen en la reducción de los óxidos de hierro, aproximándose el proceso al esquema del alto horno.

c) Utilización de cargas prereducidas y precalentadas. La pre-reducción se realiza en el mismo horno mediante un mejor aprovechamiento de los gases producidos en el crisol, o en un aparato independiente para disminuir las necesidades térmicas del horno eléctrico.

Entre los procedimientos empleados para precalentar y prereducir la carga, merecen citarse los siguientes, que han sido ensayados en escala industrial:

- i) Procedimiento Electrokemisk con horno giratorio.
- ii) Procedimiento Electrokemisk con horno de cuba.
- iii) Procedimiento Strategic-Udy en horno giratorio.

menores inversiones que demanda por tonelada de capacidad instalada, el hecho de permitir utilizar combustibles disponibles en la región y de adaptarse económicamente a plantas integradas de reducida capacidad, justifican dedicar una especial atención a este proceso. No debe olvidarse, sin embargo, que los procesos más económicos de fabricación del acero al oxígeno, sobre todo en convertidores, exigen el empleo de un porcentaje sustancial de arrabio líquido en la carga. Este hecho contribuye a disminuir el interés económico de la reducción directa.

Son numerosos los procesos que se están experimentando en diversos países para la obtención del hierro sólido (esponja). Existen varios que se aplican en escala industrial, como el Hoeganaes en Suecia y Estados Unidos de Norte América, el Wiberg en Suecia; HyL en México; Hiron en una planta ubicada en los Estados Unidos de Norte América y que elabora hierro en polvo, R-N en escala semi-industrial en los EE.UU. y Canadá; Echeverría en España etc.

Para la obtención del hierro pastoso, que al igual que la esponja constituye una excelente chatarra, se emplea en escala industrial el proceso Krupp-Renn en España y Checoslovaquia. Este proceso es especialmente indicado para la reducción de menas pobres y muy silíceas, caso que excepcionalmente se presentará en Latinoamérica.

No es objetivo perseguido por este trabajo entrar en un análisis detenido de los distintos procesos, para muchos de los cuales no se dispone de datos suficientes sobre inversiones de capital y costos de producción.

Todos estos procesos permiten elaborar una buena chatarra que tiene el carácter de acero, sin serlo aún; por ello resulta necesario someterla a una transformación ulterior en hornos de acero y es en esta etapa donde se presentan los inconvenientes de orden técnico-económico para la integración total del ciclo siderúrgico. Hasta el momento, el proceso de afino más indicado es el del horno eléctrico de arco, puesto que se sostiene que puede cargarse con un 100 por ciento de esponja, cosa que no sucede con el horno de solera abierta.

La instalación de plantas de reducción directa habrá de extenderse en el futuro, ya sea como complemento de plantas integradas que utilizan

menores inversiones que demanda por tonelada de capacidad instalada, el hecho de permitir utilizar combustibles disponibles en la región y de adaptarse económicamente a plantas integradas de reducida capacidad, justifican dedicar una especial atención a este proceso. No debe olvidarse, sin embargo, que los procesos más económicos de fabricación del acero al oxígeno, sobre todo en convertidores, exigen el empleo de un porcentaje sustancial de arrabio líquido en la carga. Este hecho contribuye a disminuir el interés económico de la reducción directa.

Son numerosos los procesos que se están experimentando en diversos países para la obtención del hierro sólido (esponja). Existen varios que se aplican en escala industrial, como el Hoeganaes en Suecia y Estados Unidos de Norte América, el Wiberg en Suecia; HyL en México; Hiron en una planta ubicada en los Estados Unidos de Norte América y que elabora hierro en polvo, R-N en escala semi-industrial en los EE.UU. y Canadá; Echeverría en España etc.

Para la obtención del hierro pastoso, que al igual que la esponja constituye una excelente chatarra, se emplea en escala industrial el proceso Krupp-Renn en España y Checoslovaquia. Este proceso es especialmente indicado para la reducción de menas pobres y muy silíceas, caso que excepcionalmente se presentará en Latinoamérica.

No es objetivo perseguido por este trabajo entrar en un análisis detenido de los distintos procesos, para muchos de los cuales no se dispone de datos suficientes sobre inversiones de capital y costos de producción.

Todos estos procesos permiten elaborar una buena chatarra que tiene el carácter de acero, sin serlo aún; por ello resulta necesario someterla a una transformación ulterior en hornos de acero y es en esta etapa donde se presentan los inconvenientes de orden técnico-económico para la integración total del ciclo siderúrgico. Hasta el momento, el proceso de afino más indicado es el del horno eléctrico de arco, puesto que se sostiene que puede cargarse con un 100 por ciento de esponja, cosa que no sucede con el horno de solera abierta.

La instalación de plantas de reducción directa habrá de extenderse en el futuro, ya sea como complemento de plantas integradas que utilizan

La reducción de minerales en el seno de un baño fundido, como ocurre en los hornos de acero, se produce debido a la acción reductora del carbono. El calor generado por la combustión del óxido de carbono con oxígeno, se aprovecha para atender a las necesidades térmicas de la reducción por el carbono. En el procedimiento Kaldo, alrededor del 10 por ciento del equivalente al contenido en hierro del acero, puede producirse enfriando el baño con mineral.

Recientemente se ha ensayado con éxito el proceso Dored, que en esencia, consiste en un horno rotatorio calentado a 1 350°C y en el que se cargan en forma continua, mineral de hierro, coque, cal y oxígeno. La reducción se logra directamente mediante carbón sólido y se realiza a velocidad y temperatura constantes; la colada se efectúa cuando la superficie del baño alcanza una temperatura adecuada. El mineral es secado y precalentado en un horno rotatorio aprovechando los gases calientes que salen del horno de reducción; luego es introducido en este último.

Este proceso ha sido ensayado en Domnavert, Suecia, donde se construyó una planta piloto capaz de producir 50 000 toneladas por año de arrabio. No requiere el empleo de minerales sinterizados y posee elasticidad para tratar también aquellos que no son aptos para el empleo en altos hornos. El consumo de coque oscila alrededor del 80 por ciento del requerido por el alto horno y el de oxígeno de 90 a 95 por ciento de pureza, varía entre 300 y 350 metros cúbicos por tonelada de arrabio. Durante el proceso, puede evitarse la reducción del silicio y mantener muy bajo el porcentaje de otros componentes tales como manganeso y fósforo. No se dispone de suficientes antecedentes económicos sobre este proceso, aún cuando todo parece indicar que los costos de inversión y de operación para ciertas condiciones dadas, le permitirán competir comercialmente con otros procesos.

La reducción de minerales en el seno de un baño fundido, como ocurre en los hornos de acero, se produce debido a la acción reductora del carbono. El calor generado por la combustión del óxido de carbono con oxígeno, se aprovecha para atender a las necesidades térmicas de la reducción por el carbono. En el procedimiento Kaldo, alrededor del 10 por ciento del equivalente al contenido en hierro del acero, puede producirse enfriando el baño con mineral.

Recientemente se ha ensayado con éxito el proceso Dored, que en esencia, consiste en un horno rotatorio calentado a 1 350°C y en el que se cargan en forma continua, mineral de hierro, coque, cal y oxígeno. La reducción se logra directamente mediante carbón sólido y se realiza a velocidad y temperatura constantes; la colada se efectúa cuando la superficie del baño alcanza una temperatura adecuada. El mineral es secado y precalentado en un horno rotatorio aprovechando los gases calientes que salen del horno de reducción; luego es introducido en este último.

Este proceso ha sido ensayado en Domnavert, Suecia, donde se construyó una planta piloto capaz de producir 50 000 toneladas por año de arrabio. No requiere el empleo de minerales sinterizados y posee elasticidad para tratar también aquellos que no son aptos para el empleo en altos hornos. El consumo de coque oscila alrededor del 80 por ciento del requerido por el alto horno y el de oxígeno de 90 a 95 por ciento de pureza, varía entre 300 y 350 metros cúbicos por tonelada de arrabio. Durante el proceso, puede evitarse la reducción del silicio y mantener muy bajo el porcentaje de otros componentes tales como manganeso y fósforo. No se dispone de suficientes antecedentes económicos sobre este proceso, aún cuando todo parece indicar que los costos de inversión y de operación para ciertas condiciones dadas, le permitirán competir comercialmente con otros procesos.

permanente y significativa en la productividad del alto horno y en el consumo de coque, hará un sensible impacto en las inversiones por tonelada de capacidad anual instalada y consecuentemente, en las cargas de capital por tonelada de arrabio producido.

Para calcular las inversiones por tonelada de capacidad anual instalada correspondientes al departamento de reducción, se han considerado las siguientes bases:

- a) Reducción en alto horno. El conjunto comprende los altos hornos con todas sus instalaciones auxiliares, parque de materias primas, coquería planta para sinterizar el 30 por ciento del mineral consumido y la parte proporcional de los distintos servicios, suponiendo que la energía eléctrica se genera en la propia planta siderúrgica.
- b) Reducción en horno eléctrico. Las inversiones comprenden el parque de materias primas, la planta de sinter con capacidad para aglomerar la totalidad del mineral, los hornos eléctricos con todos sus equipos de carga y la parte proporcional de los distintos servicios.
- c) Reducción directa. Quedan comprendidos los equipos completos del proceso, las instalaciones de movimiento y carga de materiales, equipos varios y la parte proporcional de los servicios.

La escala de capacidades consideradas en este estudio varía según el proceso, entre los siguientes límites: reducción directa: entre 100 y 300 mil toneladas; horno eléctrico de cuba baja: entre 100 y 1 500 mil toneladas; alto horno: entre 100 y 2 500 mil toneladas.

En los cálculos se ha supuesto que los hornos de reducción son operados correctamente y aplicando adecuadamente los adelantos tecnológicos aunque se ha hecho referencia precedentemente. Las características de las materias primas son las que se han establecido en las bases y los consumos específicos considerados para cada caso, los que se indican en el Cuadro III.

2. Inversiones para distintas capacidades de reducción de minerales

En el cuadro II se presentan las inversiones en el departamento de reducción por tonelada anual de capacidad instalada, incluyendo la parte proporcional de los servicios generales que le corresponden, para los

/distintos procesos

permanente y significativa en la productividad del alto horno y en el consumo de coque, hará un sensible impacto en las inversiones por tonelada de capacidad anual instalada y consecuentemente, en las cargas de capital por tonelada de arrabio producido.

Para calcular las inversiones por tonelada de capacidad anual instalada correspondientes al departamento de reducción, se han considerado las siguientes bases:

- a) Reducción en alto horno. El conjunto comprende los altos hornos con todas sus instalaciones auxiliares, parque de materias primas, coquería planta para sinterizar el 30 por ciento del mineral consumido y la parte proporcional de los distintos servicios, suponiendo que la energía eléctrica se genera en la propia planta siderúrgica.
- b) Reducción en horno eléctrico. Las inversiones comprenden el parque de materias primas, la planta de sinter con capacidad para aglomerar la totalidad del mineral, los hornos eléctricos con todos sus equipos de carga y la parte proporcional de los distintos servicios.
- c) Reducción directa. Quedan comprendidos los equipos completos del proceso, las instalaciones de movimiento y carga de materiales, equipos varios y la parte proporcional de los servicios.

La escala de capacidades consideradas en este estudio varía según el proceso, entre los siguientes límites: reducción directa: entre 100 y 300 mil toneladas; horno eléctrico de cuba baja: entre 100 y 1 500 mil toneladas; alto horno: entre 100 y 2 500 mil toneladas.

En los cálculos se ha supuesto que los hornos de reducción son operados correctamente y aplicando adecuadamente los adelantos tecnológicos aunque se ha hecho referencia precedentemente. Las características de las materias primas son las que se han establecido en las bases y los consumos específicos considerados para cada caso, los que se indican en el Cuadro III.

2. Inversiones para distintas capacidades de reducción de minerales

En el cuadro II se presentan las inversiones en el departamento de reducción por tonelada anual de capacidad instalada, incluyendo la parte proporcional de los servicios generales que le corresponden, para los

/distintos procesos

básico para plantas integradas de una capacidad superior a 300 000 toneladas de productos laminados por año. Por un lado deben superarse algunos inconvenientes de orden técnico y por el otro, estos procesos no han probado aún, en escala industrial, una gran elasticidad para tratar diversas calidades de minerales. Además, es difícil que las favorables ventajas económicas que al parecer presenta este proceso para pequeñas capacidades de producción anual, se mantengan para producciones más elevadas. Al considerar la elaboración del acero se podrá observar en que medida tales ventajas económicas en la reducción de minerales, que resultan de tomar en cuenta los elementos básicos del costo aportados por las firmas especialistas, varían al considerar el ciclo siderúrgico completo.

En mérito a lo expuesto, se ha limitado en este trabajo, por un lado, la capacidad máxima anual de producción de esponja de hierro y por otro lado, se ha considerado aplicable el proceso únicamente a minerales de alta ley en fierro y prácticamente no fosforosos. Los cálculos de costos consignados en el Cuadro III corresponden al de una tonelada de hierro contenido en la esponja (1.11 toneladas de esponja).

b) El costo del coque ha sido fijado uniforme para todas las capacidades anuales de producción. Los subproductos, (gas, alquitrán, sulfato de amonio, benzol y toluol), se han valorizado a los precios que se indican en el Cuadro I, tomando en cuenta los valores térmicos de los combustibles, las limitaciones de los mercados locales y la competencia de los productos petroquímicos. Respaldo por tales bases, resulta el siguiente costo, para una tonelada de coque (sin cargas de capital):

Costo del carbón	U\$S 25,20
Costo de elaboración	<u>" 5,30</u>
Total	U\$S 30,50
Créditos por subproductos	<u>4,32</u>
Costo Total	U\$S 26,18

c) El costo directo de la tonelada de sinter autofundente se ha calculado para minerales de alta ley (65 por ciento), en U\$S 12.52 correspondiendo U\$S 0.8 a costo de elaboración. Su ley media en fierro es de 63.5 por ciento. El costo directo del sinter autofundente elaborado con minerales fosforosos de 47 por ciento, alcanza a U\$S 10.47 correspondiendo también U\$S 0.8 a costo de elaboración. Su ley media alcanza a 46.7 por ciento de fierro.

/d) El precio

básico para plantas integradas de una capacidad superior a 300 000 toneladas de productos laminados por año. Por un lado deben superarse algunos inconvenientes de orden técnico y por el otro, estos procesos no han probado aún, en escala industrial, una gran elasticidad para tratar diversas calidades de minerales. Además, es difícil que las favorables ventajas económicas que al parecer presenta este proceso para pequeñas capacidades de producción anual, se mantengan para producciones más elevadas. Al considerar la elaboración del acero se podrá observar en que medida tales ventajas económicas en la reducción de minerales, que resultan de tomar en cuenta los elementos básicos del costo aportados por las firmas especialistas, varían al considerar el ciclo siderúrgico completo.

En mérito a lo expuesto, se ha limitado en este trabajo, por un lado, la capacidad máxima anual de producción de esponja de hierro y por otro lado, se ha considerado aplicable el proceso únicamente a minerales de alta ley en fierro y prácticamente no fosforosos. Los cálculos de costos consignados en el Cuadro III corresponden al de una tonelada de hierro contenido en la esponja (1.11 toneladas de esponja).

b) El costo del coque ha sido fijado uniforme para todas las capacidades anuales de producción. Los subproductos, (gas, alquitrán, sulfato de amonio, benzol y toluol), se han valorizado a los precios que se indican en el Cuadro I, tomando en cuenta los valores térmicos de los combustibles, las limitaciones de los mercados locales y la competencia de los productos petroquímicos. Respaldo por tales bases, resulta el siguiente costo, para una tonelada de coque (sin cargas de capital):

Costo del carbón	U\$S 25,20
Costo de elaboración	<u>" 5,30</u>
Total	U\$S 30,50
Créditos por subproductos	<u>4,32</u>
Costo Total	U\$S 26,18

c) El costo directo de la tonelada de sinter autofundente se ha calculado para minerales de alta ley (65 por ciento), en U\$S 12.52 correspondiendo U\$S 0.8 a costo de elaboración. Su ley media en fierro es de 63.5 por ciento. El costo directo del sinter autofundente elaborado con minerales fosforosos de 47 por ciento, alcanza a U\$S 10.47 correspondiendo también U\$S 0.8 a costo de elaboración. Su ley media alcanza a 46.7 por ciento de fierro.

/d) El precio

el aumento de la capacidad anual en mayor medida que en la reducción directa. Los costos del arrabio obtenido en alto horno, superan en un 32 por ciento aproximadamente, al costo de la esponja.

b) Los costos de reducción de minerales de bajo y alto fósforo, son más elevados en los hornos eléctricos que en el alto horno. Ello es completamente explicable toda vez que el costo de un kg de coque es de U\$S 0,026 mientras que el de 1 kwh es de U\$S 0,005. La relación es de 1:5.2 y se separa, dejando de lado el efecto de la reducida sustitución de coque por petróleo, de la equivalencia teórica entre 1 kWh y 1 kg de coque. Pero esta equivalencia, que debe ser así, por cuanto en la transformación en calor el rendimiento de la energía eléctrica es sensiblemente el mismo que el que corresponde al coque, y que establece condiciones teóricas de coexistencia económica entre ambos procesos, es a veces modificada por la influencia de ciertas condiciones locales, como puede probarse en este caso. En efecto, si para la reducción de los minerales de 65 por ciento Fe en alto horno se alcanzara un consumo específico de coque de 650 kg, el costo de esta materia prima por tonelada de arrabio se elevaría en U\$S 3,93 y, paralelamente, por efecto de la presumible menor productividad del horno, aumentarían los jornales y los costos fijos, resultando en consecuencia anulada la diferencia que ahora resulta de estos cálculos teóricos.

c) De la comparación entre los costos de reducción de minerales de alto fósforo y ley en hierro (47 por ciento Fe), obtenidos en los primeros dos procesos, mencionados en el párrafo anterior, resultan los siguientes comentarios:

La diferencia entre ambos costos es ahora menor, como consecuencia de los consumos específicos supuestos de energía eléctrica en la reducción de sinter autofundente (2 400 kWh por tonelada), y de coque (770 kg y 50 kg de fuel oil). Esta es una prueba más de la influencia que estos parámetros tienen en la comparación económica de ambos procesos. Las características físico-mecánicas de las materias primas, la reducibilidad de los minerales etc., han de tener una influencia decisiva en el predominio económico de uno u otro proceso. Resulta pues de esta consideración, ratificada una conclusión que puede enunciarse diciendo que es necesario un cuidadoso estudio de las materias primas complementado, de ser posible con ensayos en escala /industrial, antes

el aumento de la capacidad anual en mayor medida que en la reducción directa. Los costos del arrabio obtenido en alto horno, superan en un 32 por ciento aproximadamente, al costo de la esponja.

b) Los costos de reducción de minerales de bajo y alto fósforo, son más elevados en los hornos eléctricos que en el alto horno. Ello es completamente explicable toda vez que el costo de un kg de coque es de U\$S 0,026 mientras que el de 1 kwh es de U\$S 0,005. La relación es de 1:5.2 y se separa, dejando de lado el efecto de la reducida sustitución de coque por petróleo, de la equivalencia teórica entre 1 kWh y 1 kg de coque. Pero esta equivalencia, que debe ser así, por cuanto en la transformación en calor el rendimiento de la energía eléctrica es sensiblemente el mismo que el que corresponde al coque, y que establece condiciones teóricas de coexistencia económica entre ambos procesos, es a veces modificada por la influencia de ciertas condiciones locales, como puede probarse en este caso. En efecto, si para la reducción de los minerales de 65 por ciento Fe en alto horno se alcanzara un consumo específico de coque de 650 kg, el costo de esta materia prima por tonelada de arrabio se elevaría en U\$S 3,93 y, paralelamente, por efecto de la presumible menor productividad del horno, aumentarían los jornales y los costos fijos, resultando en consecuencia anulada la diferencia que ahora resulta de estos cálculos teóricos.

c) De la comparación entre los costos de reducción de minerales de alto fósforo y ley en hierro (47 por ciento Fe), obtenidos en los primeros dos procesos, mencionados en el párrafo anterior, resultan los siguientes comentarios:

La diferencia entre ambos costos es ahora menor, como consecuencia de los consumos específicos supuestos de energía eléctrica en la reducción de sinter autofundente (2 400 kWh por tonelada), y de coque (770 kg y 50 kg de fuel oil). Esta es una prueba más de la influencia que estos parámetros tienen en la comparación económica de ambos procesos. Las características físico-mecánicas de las materias primas, la reducibilidad de los minerales etc., han de tener una influencia decisiva en el predominio económico de uno u otro proceso. Resulta pues de esta consideración, ratificada una conclusión que puede enunciarse diciendo que es necesario un cuidadoso estudio de las materias primas complementado, de ser posible con ensayos en escala /industrial, antes

precio comparativamente menos elevado. Así, por ejemplo, el fuel cuesta en Argentina el equivalente a U\$S 20, y existen zonas en que el gas natural, se vende para determinados usos, a U\$S 7.4 los 1000 Nm³ aproximadamente.

El uso de minerales locales en Argentina, debe recibir especial consideración por su efecto favorable en la economía de producción y de divisas. La planta de San Nicolás utiliza minerales importados de 63 por ciento Fe, cuyo costo promedio supera los U\$S 14. Dada la ley que es posible alcanzar en el mineral de Sierra Grande (Argentina), mediante concentración, y la comparativamente reducida distancia de transporte a San Nicolás, este mineral debiera llegar, en condiciones normales de flete, a un costo CyF inferior al importado. Téngase en cuenta que de una manera general, puede aceptarse que la concentración encarece el precio de compra del mineral en 1 por ciento por cada punto de ley en hierro, tomando en consideración la pérdida de peso por eliminación de la ganga y el costo de la concentración. Un tal precio del mineral importado para la capacidad de producción de arrabio actual de San Nicolás, representa aproximadamente, para las condiciones de operación supuestas en los cálculos, el 42.5 por ciento del costo del arrabio, lo que prueba la importancia que esta materia prima tiene en los costos de acopio.

Sin duda alguna, las distorsiones que acusan los fletes locales en la mayoría de los países latinoamericanos, son factores negativos para reducir los costos de acopio. Dada la importancia que tiene la industria siderúrgica en el desarrollo industrial y económico de un país, la aplicación de fletes diferenciales en el sector siderúrgico debe ser considerada una medida conveniente porque contribuirá a reducir un elemento significativo de aquellos gastos de acopio.

Si no se realiza un esfuerzo para reducir los costos en esta etapa tan importante del ciclo, el precio del acero latinoamericano continuará siendo elevado, lo que tendrá efectos directos e indirectos de significativa relevancia para el sano y armonioso desarrollo de las industrias metal-mecánicas locales y zonales.

precio comparativamente menos elevado. Así, por ejemplo, el fuel cuesta en Argentina el equivalente a U\$S 20, y existen zonas en que el gas natural, se vende para determinados usos, a U\$S 7.4 los 1000 Nm³ aproximadamente.

El uso de minerales locales en Argentina, debe recibir especial consideración por su efecto favorable en la economía de producción y de divisas. La planta de San Nicolás utiliza minerales importados de 63 por ciento Fe, cuyo costo promedio supera los U\$S 14. Dada la ley que es posible alcanzar en el mineral de Sierra Grande (Argentina), mediante concentración, y la comparativamente reducida distancia de transporte a San Nicolás, este mineral debiera llegar, en condiciones normales de flete, a un costo CyF inferior al importado. Téngase en cuenta que de una manera general, puede aceptarse que la concentración encarece el precio de compra del mineral en 1 por ciento por cada punto de ley en hierro, tomando en consideración la pérdida de peso por eliminación de la ganga y el costo de la concentración. Un tal precio del mineral importado para la capacidad de producción de arrabio actual de San Nicolás, representa aproximadamente, para las condiciones de operación supuestas en los cálculos, el 42.5 por ciento del costo del arrabio, lo que prueba la importancia que esta materia prima tiene en los costos de acopio.

Sin duda alguna, las distorsiones que acusan los fletes locales en la mayoría de los países latinoamericanos, son factores negativos para reducir los costos de acopio. Dada la importancia que tiene la industria siderúrgica en el desarrollo industrial y económico de un país, la aplicación de fletes diferenciales en el sector siderúrgico debe ser considerada una medida conveniente porque contribuirá a reducir un elemento significativo de aquellos gastos de acopio.

Si no se realiza un esfuerzo para reducir los costos en esta etapa tan importante del ciclo, el precio del acero latinoamericano continuará siendo elevado, lo que tendrá efectos directos e indirectos de significativa relevancia para el sano y armonioso desarrollo de las industrias metal-mecánicas locales y zonales.

De esta manera, el proceso LD hoy día, admite hasta un 50 por ciento de carga fría (chatarra), y posibilita no sólo la obtención de un acero de bajo carbono de alta calidad, sino también de una gama muy variada de aceros aleados.

El uso del oxígeno en los hornos de solera y en los hornos eléctricos, ha dado una gran elasticidad para el uso de arrabio de distintas calidades y ha posibilitado, luego de vencer variados inconvenientes operacionales, aumentar considerablemente la productividad con economías sensibles de combustible por tonelada de acero producido.

Los procesos Kaldo y Yotor, de gran elasticidad en cuanto a las exigencias sobre calidad del arrabio, permiten elaborar aceros de calidad comparable a los que es posible obtener en hornos de solera.

En general, todos los hornos han aumentado considerablemente su tamaño, alcanzando límites máximos que aún pueden superarse.

Todos los procesos nuevos mencionados han sido, en general, suficientemente experimentados en escala industrial como para que puedan pesarse sus ventajas e inconvenientes. Puede decirse que los procesos al convertidor demandan inversión por tonelada de capacidad instalada y permiten obtener menores costos de operación, aunque justo es reconocer, que las condiciones locales pueden imponer muchas restricciones a esta generalización.

Los estudios técnico-económicos que se realicen para la elección del proceso más conveniente habrán de ponderar una serie de factores entre los que revisten singular importancia, la consideración de las materias primas y de la energía local en todas las formas disponibles.

Para mejor cumplir los propósitos de este estudio, ha sido necesario considerar aspectos relacionados con las condiciones locales que imperan en los países latinoamericanos y que, en alguna forma, posibilitan una selección de aquellos procesos que tienen mayores perspectivas de aplicación futura. En primer lugar, corresponde la consideración de los procesos de afino que actualmente se aplican en las plantas integradas existentes en Latinoamérica.

De esta manera, el proceso LD hoy día, admite hasta un 50 por ciento de carga fría (chatarra), y posibilita no sólo la obtención de un acero de bajo carbono de alta calidad, sino también de una gama muy variada de aceros aleados.

El uso del oxígeno en los hornos de solera y en los hornos eléctricos, ha dado una gran elasticidad para el uso de arrabio de distintas calidades y ha posibilitado, luego de vencer variados inconvenientes operacionales, aumentar considerablemente la productividad con economías sensibles de combustible por tonelada de acero producido.

Los procesos Kaldo y Yotor, de gran elasticidad en cuanto a las exigencias sobre calidad del arrabio, permiten elaborar aceros de calidad comparable a los que es posible obtener en hornos de solera.

En general, todos los hornos han aumentado considerablemente su tamaño, alcanzando límites máximos que aún pueden superarse.

Todos los procesos nuevos mencionados han sido, en general, suficientemente experimentados en escala industrial como para que puedan pesarse sus ventajas e inconvenientes. Puede decirse que los procesos al convertidor demandan inversión por tonelada de capacidad instalada y permiten obtener menores costos de operación, aunque justo es reconocer, que las condiciones locales pueden imponer muchas restricciones a esta generalización.

Los estudios técnico-económicos que se realicen para la elección del proceso más conveniente habrán de ponderar una serie de factores entre los que revisten singular importancia, la consideración de las materias primas y de la energía local en todas las formas disponibles.

Para mejor cumplir los propósitos de este estudio, ha sido necesario considerar aspectos relacionados con las condiciones locales que imperan en los países latinoamericanos y que, en alguna forma, posibilitan una selección de aquellos procesos que tienen mayores perspectivas de aplicación futura. En primer lugar, corresponde la consideración de los procesos de afino que actualmente se aplican en las plantas integradas existentes en Latinoamérica.

plantas de capacidades medias, también es cierto que en América Latina existen plantas de reducida capacidad de producción anual que utilizan aquel proceso y producen únicamente perfiles comerciales comunes, para lo que no resulta necesario contar con un acero de mejor calidad. Tal es el caso de las plantas de Paz del Río (Colombia) y Altos Hornos Zapla (Argentina).

g) Según las opiniones más generalizadas, es difícil que en un futuro próximo se construyan plantas en las que se utilice el proceso Rotor. Por este motivo y por el hecho de que no se dispone de suficientes antecedentes experimentales sobre inversiones y costos de producción para este proceso, lo que invalidaría las conclusiones de un análisis comparativo con otros, se omite su consideración en este trabajo.

h) El afino del arrabio por medio del oxígeno emplea dos procesos básicos: el que al convertidor LD y sus adaptaciones y el que utiliza el horno giratorio, esencialmente el Kaldo. Las disponibilidades que brindan estos procesos y las ventajas que pueden reportar, deben ser cuidadosamente analizadas en cada caso particular. Parece que el convertidor LD se adaptará mejor a la probable evolución de la tecnología siderúrgica hacia una cadena continua de producción. Este proceso y sus modificaciones, facilitan grandemente la dosificación de las adiciones, hacen posible un contralor seguro de las operaciones y abren más fácil camino para la automatización de las mismas.

i) Otros procesos que, como el Ajax, se han desarrollado para hacer frente a situaciones especiales, no serán motivo de análisis. El estudio tampoco se referirá a los procesos duplex ni a la combinación de distintos procesos de afino en una misma planta integrada. Tales situaciones no revisten mayor significación práctica para un trabajo que busca definir y ponderar la influencia de los nuevos adelantos tecnológicos en las economías de escala, por lo que su consideración introducirá complicaciones innecesarias.

Como consecuencia de lo expuesto, han resultado seleccionados los siguientes procesos:

- a) Solera abierta de 100 000 a 2 500 000 toneladas de capacidad anuales
- b) Horno eléctrico de afino, de 100 000 a 1 500 000 toneladas
- c) Convertidor Thomas soplado con aire natural de 100 000 a 300 000 toneladas

/d) Convertidor

plantas de capacidades medias, también es cierto que en América Latina existen plantas de reducida capacidad de producción anual que utilizan aquel proceso y producen únicamente perfiles comerciales comunes, para lo que no resulta necesario contar con un acero de mejor calidad. Tal es el caso de las plantas de Paz del Río (Colombia) y Altos Hornos Zapla (Argentina).

g) Según las opiniones más generalizadas, es difícil que en un futuro próximo se construyan plantas en las que se utilice el proceso Rotor. Por este motivo y por el hecho de que no se dispone de suficientes antecedentes experimentales sobre inversiones y costos de producción para este proceso, lo que invalidaría las conclusiones de un análisis comparativo con otros, se omite su consideración en este trabajo.

h) El afino del arrabio por medio del oxígeno emplea dos procesos básicos: el que al convertidor LD y sus adaptaciones y el que utiliza el horno giratorio, esencialmente el Kaldo. Las disponibilidades que brindan estos procesos y las ventajas que pueden reportar, deben ser cuidadosamente analizadas en cada caso particular. Parece que el convertidor LD se adaptará mejor a la probable evolución de la tecnología siderúrgica hacia una cadena continua de producción. Este proceso y sus modificaciones, facilitan grandemente la dosificación de las adiciones, hacen posible un contralor seguro de las operaciones y abren más fácil camino para la automatización de las mismas.

i) Otros procesos que, como el Ajax, se han desarrollado para hacer frente a situaciones especiales, no serán motivo de análisis. El estudio tampoco se referirá a los procesos duplex ni a la combinación de distintos procesos de afino en una misma planta integrada. Tales situaciones no revisten mayor significación práctica para un trabajo que busca definir y ponderar la influencia de los nuevos adelantos tecnológicos en las economías de escala, por lo que su consideración introducirá complicaciones innecesarias.

Como consecuencia de lo expuesto, han resultado seleccionados los siguientes procesos:

- a) Solera abierta de 100 000 a 2 500 000 toneladas de capacidad anuales
- b) Horno eléctrico de afino, de 100 000 a 1 500 000 toneladas
- c) Convertidor Thomas soplado con aire natural de 100 000 a 300 000 toneladas

/d) Convertidor

En líneas generales, puede establecerse que si la inversión por tonelada de capacidad anual para una acería de hornos de solera fijos, que utilizan oxígeno e integran una planta con capacidad suficiente para ser operada con las técnicas en condiciones económicas, se toma como 100, la inversión correspondiente a una misma acería que no usa oxígeno será 145.^{1/}

En los cálculos de costos de producción de este trabajo, se ha supuesto la aplicación del proceso más generalizado, con adición de oxígeno para enriquecimiento de la llama y no para oxidación directa del baño. En estas condiciones, se ha fijado un consumo específico de 30 m³ de oxígeno por tonelada de acero. Según experiencias de la USSR, la introducción de oxígeno en la llama para su enriquecimiento, a un promedio de consumo entre 32 y 40 m³ por tonelada de acero, aumenta la productividad de los hornos de solera en un 15-25 por ciento y disminuye el consumo de combustible un 10-20 por ciento.^{2/} No se considera la alternativa de inyección "oxifuel", porque los datos disponibles permiten suponer que hasta la fecha este proceso no presentará ventajas económicas para América Latina, por el comparativamente más elevado consumo de carga metálica por tonelada de acero que demanda y por el hecho de que obliga a un consumo mayor de oxígeno que, para las condiciones medias latinoamericanas, será de elevado precio. El costo del oxígeno tomado como base para cálculos, oscila entre 0.025 dólares por metro cúbico para plantas de 100 000 toneladas y 0.0166 dólares para plantas de 2 500 000 toneladas. Estos costos son superiores al que para las prácticas de Alemania Occidental hace económico el uso de oxígeno, para la reducción de consumo de combustible y de energía que reporta (U\$S 0.015 m³).

3. Afino en hornos eléctricos de arco

Después de la segunda guerra mundial, el tamaño de los hornos eléctricos de arco fue considerablemente aumentado, alcanzando hasta 200 toneladas. Se introdujeron, además, importantes adelantos al equipo mecánico y eléctrico.

7/ Fuente: "Comparison of Steel Making Processes". Economic Commission for Europe.

8/ Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européene".

En líneas generales, puede establecerse que si la inversión por tonelada de capacidad anual para una acería de hornos de solera fijos, que utilizan oxígeno e integran una planta con capacidad suficiente para ser operada con las técnicas en condiciones económicas, se toma como 100, la inversión correspondiente a una misma acería que no usa oxígeno será 145.^{1/}

En los cálculos de costos de producción de este trabajo, se ha supuesto la aplicación del proceso más generalizado, con adición de oxígeno para enriquecimiento de la llama y no para oxidación directa del baño. En estas condiciones, se ha fijado un consumo específico de 30 m³ de oxígeno por tonelada de acero. Según experiencias de la USSR, la introducción de oxígeno en la llama para su enriquecimiento, a un promedio de consumo entre 32 y 40 m³ por tonelada de acero, aumenta la productividad de los hornos de solera en un 15-25 por ciento y disminuye el consumo de combustible un 10-20 por ciento.^{2/} No se considera la alternativa de inyección "oxifuel", porque los datos disponibles permiten suponer que hasta la fecha este proceso no presentará ventajas económicas para América Latina, por el comparativamente más elevado consumo de carga metálica por tonelada de acero que demanda y por el hecho de que obliga a un consumo mayor de oxígeno que, para las condiciones medias latinoamericanas, será de elevado precio. El costo del oxígeno tomado como base para cálculos, oscila entre 0.025 dólares por metro cúbico para plantas de 100 000 toneladas y 0.0166 dólares para plantas de 2 500 000 toneladas. Estos costos son superiores al que para las prácticas de Alemania Occidental hace económico el uso de oxígeno, para la reducción de consumo de combustible y de energía que reporta (U\$S 0.015 m³).

3. Afino en hornos eléctricos de arco

Después de la segunda guerra mundial, el tamaño de los hornos eléctricos de arco fue considerablemente aumentado, alcanzando hasta 200 toneladas. Se introdujeron, además, importantes adelantos al equipo mecánico y eléctrico.

7/ Fuente: "Comparison of Steel Making Processes". Economic Commission for Europe.

8/ Fuente: Nations Unies: "Tendances et problèmes à long terme de la Sidérurgie Européene".

4. Afino en convertidores Thomas

Este proceso será considerado en el estudio, en dos alternativas de soplado (con y sin aire enriquecido).

Como es sabido, y a pesar de las mejoras tecnológicas introducidas al proceso clásico (aire enriquecido con oxígeno, procedimiento Phoenix-Lance (PL) etc.) se mantienen ciertas limitaciones para la elaboración fácil de aceros de mediano tenor de carbono, de aceros semi-aleados y de otras calidades que pueden elaborarse en convertidores soplados por arriba. Además, la capacidad de los convertidores Thomas tiene un límite que no sobrepasa las 75 toneladas, cosa que no ocurre en los procesos soplados por arriba, que pueden exceder holgadamente esta capacidad unitaria. Estas razones son las que están llevando últimamente, a instalar convertidores LD/AC aún en las propias acerías Thomas.

Sin embargo, en plantas de capacidad reducida que elaboran laminados perfilados comunes, la adopción del proceso Thomas soplado con aire atmosférico presenta ventajas con respecto al soplado con adición de oxígeno, ya que exige una menor inversión por tonelada de capacidad instalada. La adición de oxígeno en estos casos, no está justificada por la calidad exigida al producto final.

Por tales causas, se considera la aplicación del proceso Thomas soplado con aire atmosférico, hasta capacidades de 300 000 toneladas anuales de laminados, y soplado con aire enriquecido, para capacidades superiores.

5. Afino en convertidores LD

Este proceso, iniciado en Austria, ha provocado en los últimos años una verdadera conmoción, que le abre un campo de acción de gran magnitud. Según los registros de la CECA, en 1960 los procesos al convertidor soplado por arriba, se aplicaron al 2.2 por ciento del total de acero producido, mientras que para el año 1964, se espera que tal porcentaje se elevará al 20 por ciento.^{9/}

En Estados Unidos de Norte América, más del 40 por ciento de la capacidad de producción de las nuevas instalaciones puestas en servicio en 1958,

^{9/} Fuente: Pierre Coheur: Revista ILAFA, No. 33.

4. Afino en convertidores Thomas

Este proceso será considerado en el estudio, en dos alternativas de soplado (con y sin aire enriquecido).

Como es sabido, y a pesar de las mejoras tecnológicas introducidas al proceso clásico (aire enriquecido con oxígeno, procedimiento Phoenix-Lance (PL) etc.) se mantienen ciertas limitaciones para la elaboración fácil de aceros de mediano tenor de carbono, de aceros semi-aleados y de otras calidades que pueden elaborarse en convertidores soplados por arriba. Además, la capacidad de los convertidores Thomas tiene un límite que no sobrepasa las 75 toneladas, cosa que no ocurre en los procesos soplados por arriba, que pueden exceder holgadamente esta capacidad unitaria. Estas razones son las que están llevando últimamente, a instalar convertidores LD/AC aún en las propias acerías Thomas.

Sin embargo, en plantas de capacidad reducida que elaboran laminados perfilados comunes, la adopción del proceso Thomas soplado con aire atmosférico presenta ventajas con respecto al soplado con adición de oxígeno, ya que exige una menor inversión por tonelada de capacidad instalada. La adición de oxígeno en estos casos, no está justificada por la calidad exigida al producto final.

Por tales causas, se considera la aplicación del proceso Thomas soplado con aire atmosférico, hasta capacidades de 300 000 toneladas anuales de laminados, y soplado con aire enriquecido, para capacidades superiores.

5. Afino en convertidores LD

Este proceso, iniciado en Austria, ha provocado en los últimos años una verdadera conmoción, que le abre un campo de acción de gran magnitud. Según los registros de la CECA, en 1960 los procesos al convertidor soplado por arriba, se aplicaron al 2.2 por ciento del total de acero producido, mientras que para el año 1964, se espera que tal porcentaje se elevará al 20 por ciento.^{9/}

En Estados Unidos de Norte América, más del 40 por ciento de la capacidad de producción de las nuevas instalaciones puestas en servicio en 1958,

^{9/} Fuente: Pierre Coheur: Revista ILAFA, No. 33.

V. INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION PARA LA ELABORACION DE ACEROS EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES

1. Consideraciones generales

Análogas dificultades a las mencionadas al considerar la reducción de minerales, se presentan al analizar los diversos antecedentes disponibles sobre inversiones correspondientes a los distintos procesos de elaboración de acero y a las distintas capacidades de producción anual. En general, la información de que ha sido posible utilizar para este aspecto del trabajo, es mucho más numerosa y existe la ventaja de que ya la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas ha realizado un estudio cuidadoso y completo sobre el particular,^{11/} el que ha servido, en gran parte, de guía para las estimaciones y cálculos de este trabajo.

Las estimaciones de inversión por tonelada de capacidad instalada, comprenden las acerías propiamente dichas, con todas sus instalaciones auxiliares y servicios, (agua, oxígeno, aire, energía eléctrica etc.), como así también las correspondientes a los parques y depósitos de materias primas e instalaciones y equipos de transporte. La parte que les corresponde de los servicios generales de la planta, adicionados de un 5 por ciento para cubrir el costo del proyecto y la supervisión.

Por la forma de cálculo adoptada para este trabajo, las influencias que un determinado proceso tiene en las inversiones correspondientes al departamento reducción, en general ya estarán consideradas en el costo del arrabio. Ciertamente es que no podrán evitarse algunas desviaciones, pero éstas, de cualquier manera, no tendrán una significación suficiente para invalidar las comparaciones entre distintos procesos y las correspondientes conclusiones.

Como para el departamento reducción, se ha supuesto que los hornos e instalaciones son operados aplicando los adelantos tecnológicos a que se ha hecho referencia precedentemente, y que los consumos específicos de las distintas materias primas, son los que se indican en el Cuadro III.

2. Inversiones en plantas de distintas capacidades

En el Gráfico 4 se han construido las curvas que representan para los diversos procesos considerados, las inversiones correspondientes a distintas

^{11/} "Comparison of Steelmaking Processes", 1962.

V. INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION PARA LA ELABORACION DE ACEROS EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES

1. Consideraciones generales

Análogas dificultades a las mencionadas al considerar la reducción de minerales, se presentan al analizar los diversos antecedentes disponibles sobre inversiones correspondientes a los distintos procesos de elaboración de acero y a las distintas capacidades de producción anual. En general, la información de que ha sido posible utilizar para este aspecto del trabajo, es mucho más numerosa y existe la ventaja de que ya la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas ha realizado un estudio cuidadoso y completo sobre el particular,^{11/} el que ha servido, en gran parte, de guía para las estimaciones y cálculos de este trabajo.

Las estimaciones de inversión por tonelada de capacidad instalada, comprenden las acerías propiamente dichas, con todas sus instalaciones auxiliares y servicios, (agua, oxígeno, aire, energía eléctrica etc.), como así también las correspondientes a los parques y depósitos de materias primas e instalaciones y equipos de transporte. La parte que les corresponde de los servicios generales de la planta, adicionados de un 5 por ciento para cubrir el costo del proyecto y la supervisión.

Por la forma de cálculo adoptada para este trabajo, las influencias que un determinado proceso tiene en las inversiones correspondientes al departamento reducción, en general ya estarán consideradas en el costo del arrabio. Ciertamente es que no podrán evitarse algunas desviaciones, pero éstas, de cualquier manera, no tendrán una significación suficiente para invalidar las comparaciones entre distintos procesos y las correspondientes conclusiones.

Como para el departamento reducción, se ha supuesto que los hornos e instalaciones son operados aplicando los adelantos tecnológicos a que se ha hecho referencia precedentemente, y que los consumos específicos de las distintas materias primas, son los que se indican en el Cuadro III.

2. Inversiones en plantas de distintas capacidades

En el Gráfico 4 se han construido las curvas que representan para los diversos procesos considerados, las inversiones correspondientes a distintas

^{11/} "Comparison of Steelmaking Processes", 1962.

d) La diferencia entre las inversiones correspondientes al horno eléctrico y horno de solera abierta, se reduce notoriamente a medida que aumenta la capacidad de la planta, lo que en gran medida está justificado por las distintas capacidades máximas de producción de cada horno. Recuérdese que el horno de solera abierta, puede alcanzar una producción máxima que actualmente duplica a la del horno eléctrico de arco.

e) Atendiendo exclusivamente a las inversiones y dada la gran elasticidad que presentan los procesos al convertidor soplado por arriba para el tratamiento de arrabio de distintas calidades con porcentajes variables de chatarra, resultan evidentemente más convenientes para la generalidad de los países latinoamericanos.

3. Costos de la producción del acero

Los cuadros V, VI y VII reflejan los resultados de los cálculos de costos efectuados y que corresponden a plantas hipotéticas de capacidad de producción instalada variable y que aplican distintos procesos de elaboración del acero.

Antes de proceder al análisis de tales resultados, se estima conveniente efectuar algunas aclaraciones y comentarios con la finalidad de facilitar su interpretación.

a) Para los cálculos se han utilizado los costos correspondientes al arrabio de bajo y alto fósforo y a la esponja de hierro, obtenidos al considerar la reducción de los minerales. Ello hace necesario separar, para la comparación, los procesos aplicados a los arrabios fosforosos de los restantes, ya que de esta forma se evitarán las complicaciones que pueden resultar como consecuencia de utilizar materias primas (arrabio y chatarra), de precios distintos.

b) Con la finalidad de reducir en todo lo posible las alternativas a considerar en las comparaciones sin detrimento del objetivo perseguido, no se ha considerado el tratamiento de arrabio fosforoso en horno de solera abierta, ya que de ella no surgirían resultados que modifiquen las conclusiones a que se arribará al considerar el afino de arrabio de bajo fósforo.

c) La utilización de un arrabio fosforoso de alto precio entraña una hipótesis muy particular, puesto que, en condiciones normales, tiene tal arrabio un valor comercial inferior al no fosforoso. Pero lo real es que

/los minerales

d) La diferencia entre las inversiones correspondientes al horno eléctrico y horno de solera abierta, se reduce notoriamente a medida que aumenta la capacidad de la planta, lo que en gran medida está justificado por las distintas capacidades máximas de producción de cada horno. Recuérdese que el horno de solera abierta, puede alcanzar una producción máxima que actualmente duplica a la del horno eléctrico de arco.

e) Atendiendo exclusivamente a las inversiones y dada la gran elasticidad que presentan los procesos al convertidor soplado por arriba para el tratamiento de arrabio de distintas calidades con porcentajes variables de chatarra, resultan evidentemente más convenientes para la generalidad de los países latinoamericanos.

3. Costos de la producción del acero

Los cuadros V, VI y VII reflejan los resultados de los cálculos de costos efectuados y que corresponden a plantas hipotéticas de capacidad de producción instalada variable y que aplican distintos procesos de elaboración del acero.

Antes de proceder al análisis de tales resultados, se estima conveniente efectuar algunas aclaraciones y comentarios con la finalidad de facilitar su interpretación.

a) Para los cálculos se han utilizado los costos correspondientes al arrabio de bajo y alto fósforo y a la esponja de hierro, obtenidos al considerar la reducción de los minerales. Ello hace necesario separar, para la comparación, los procesos aplicados a los arrabios fosforosos de los restantes, ya que de esta forma se evitarán las complicaciones que pueden resultar como consecuencia de utilizar materias primas (arrabio y chatarra), de precios distintos.

b) Con la finalidad de reducir en todo lo posible las alternativas a considerar en las comparaciones sin detrimento del objetivo perseguido, no se ha considerado el tratamiento de arrabio fosforoso en horno de solera abierta, ya que de ella no surgirían resultados que modifiquen las conclusiones a que se arribará al considerar el afino de arrabio de bajo fósforo.

c) La utilización de un arrabio fosforoso de alto precio entraña una hipótesis muy particular, puesto que, en condiciones normales, tiene tal arrabio un valor comercial inferior al no fosforoso. Pero lo real es que

/los minerales

prima referido al total del rubro, alcance al 30 por ciento aproximadamente. El rendimiento de la carga metálica, consumos específicos de energía eléctrica, etc., han sido fijados tomando en consideración los antecedentes publicados sobre el particular.^{12/}

Los resultados de los cálculos de costo se han agrupado en los gráficos 6 y 7, cuya observación complementada con el análisis de los cuadros VI y VII, permite formular los siguientes comentarios y conclusiones parciales:

a) En el caso del afino del arrabio de bajo fósforo, los más reducidos costos de elaboración, corresponden al proceso LD y los más elevados, al horno de solera abierta. Las diferencias se mantienen para distintas capacidades de producción anual, con tendencia general a declinar hasta alcanzar un valor mínimo de US\$ 6.54 correspondiente a la capacidad de 2 500 000 toneladas anuales de lingote de acero.

El costo de la mano de obra, el de los refractarios y las cargas de capital, son los factores que más significativamente contribuyen a mantener la diferencia apuntada.

b) Las diferencias de costos entre el afino en horno eléctrico de arco y en convertidor LD, se mantienen prácticamente constantes para distintas capacidades de producción anual, con pequeñas oscilaciones de reducida significación práctica.

c) El costo del lingote de acero obtenido a partir de la esponja de hierro, es más elevado que el que corresponde al lingote obtenido en convertidor LD y también el producido en horno eléctrico de arco utilizando arrabio líquido en la proporción fijada. Ello puede explicarse atendiendo a las siguientes razones:

En este caso el afino de la esponja de hierro acusa un rendimiento de la carga metálica que alcanza al 82.2 por ciento aproximadamente. Debe tenerse en cuenta que la esponja tiene un contenido de hierro metálico del 85 por ciento y que el total de hierro en la misma alcanza a 90 por ciento. Lógicamente, el afino eléctrico con carga fría acusa un rendimiento que es

^{12/} Fuente: "HyL Sponge Iron Production". J. Celada, G.H. Muller y E.W. Riblett (1960).

prima referido al total del rubro, alcance al 30 por ciento aproximadamente. El rendimiento de la carga metálica, consumos específicos de energía eléctrica, etc., han sido fijados tomando en consideración los antecedentes publicados sobre el particular.^{12/}

Los resultados de los cálculos de costo se han agrupado en los gráficos 6 y 7, cuya observación complementada con el análisis de los cuadros VI y VII, permite formular los siguientes comentarios y conclusiones parciales:

a) En el caso del afino del arrabio de bajo fósforo, los más reducidos costos de elaboración, corresponden al proceso LD y los más elevados, al horno de solera abierta. Las diferencias se mantienen para distintas capacidades de producción anual, con tendencia general a declinar hasta alcanzar un valor mínimo de US\$ 6.54 correspondiente a la capacidad de 2 500 000 toneladas anuales de lingote de acero.

El costo de la mano de obra, el de los refractarios y las cargas de capital, son los factores que más significativamente contribuyen a mantener la diferencia apuntada.

b) Las diferencias de costos entre el afino en horno eléctrico de arco y en convertidor LD, se mantienen prácticamente constantes para distintas capacidades de producción anual, con pequeñas oscilaciones de reducida significación práctica.

c) El costo del lingote de acero obtenido a partir de la esponja de hierro, es más elevado que el que corresponde al lingote obtenido en convertidor LD y también el producido en horno eléctrico de arco utilizando arrabio líquido en la proporción fijada. Ello puede explicarse atendiendo a las siguientes razones:

En este caso el afino de la esponja de hierro acusa un rendimiento de la carga metálica que alcanza al 82.2 por ciento aproximadamente. Debe tenerse en cuenta que la esponja tiene un contenido de hierro metálico del 85 por ciento y que el total de hierro en la misma alcanza a 90 por ciento. Lógicamente, el afino eléctrico con carga fría acusa un rendimiento que es

^{12/} Fuente: "HyL Sponge Iron Production". J. Celada, G.H. Muller y E.W. Riblett (1960).

VI. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LAS PLANTAS DE LAMINACION

1. Consideraciones generales

Esta etapa del ciclo siderúrgico presenta características muy particulares en las plantas integradas latinoamericanas, motivadas por la reducida capacidad de los mercados de cada país. Por ello, plantas pequeñas o de capacidades medidas, producen una gama demasiado diversificada de distintos tipos de laminados, a cada uno de los cuales corresponde también un reducido volumen anual. Por esa causa, las inversiones han resultado elevadas y lo son también los costos de elaboración, precisamente en la etapa del ciclo que debe ofrecer las mayores perspectivas de rentabilidad a las empresas.

Si los análisis del mercado y de sus proyecciones, se hubieran enfocado previendo un futuro intercambio entre los países latinoamericanos sin dejar de lado el concepto de que cuanto más reducida es la capacidad de producción de una planta, mayor debe ser su tendencia a la especialización y a la reducción de la gama de laminados, los resultados económicos acusarían índices más favorables. Pero razones de diverso orden, han impedido un tal enfoque del problema. El presuponia grandes riesgos para las empresas, ya que el efecto de medidas que hacen a la política de cada gobierno y que le son privativas, pueden alterar totalmente en la práctica los valores calculados como consecuencia de una extensión extranacional del mercado.

La reducida capacidad para importar, característica común de los países latinoamericanos, hizo que las plantas proyectadas tendieran a la máxima sustitución posible de importaciones de productos de acero, ya que, por otro lado, se suponía con fundamento que los costos de producción alcanzarían valores inferiores o por lo menos iguales, al precio de entrega de similares productos importados.

Para medir de alguna manera la influencia que la situación creada tiene en Latinoamérica, se ha supuesto en nuestro caso, la existencia de talleres de laminación cuya capacidad es compatible con la de los mercados de cada uno de los países latinoamericanos y responde al criterio ya mencionado, que aconseja reducir al máximo la diversificación de los productos laminados por cada planta.

VI. LAS MEJORAS TECNOLOGICAS EN LAS PLANTAS DE LAMINACION

1. Consideraciones generales

Esta etapa del ciclo siderúrgico presenta características muy particulares en las plantas integradas latinoamericanas, motivadas por la reducida capacidad de los mercados de cada país. Por ello, plantas pequeñas o de capacidades medidas, producen una gama demasiado diversificada de distintos tipos de laminados, a cada uno de los cuales corresponde también un reducido volumen anual. Por esa causa, las inversiones han resultado elevadas y lo son también los costos de elaboración, precisamente en la etapa del ciclo que debe ofrecer las mayores perspectivas de rentabilidad a las empresas.

Si los análisis del mercado y de sus proyecciones, se hubieran enfocado previendo un futuro intercambio entre los países latinoamericanos sin dejar de lado el concepto de que cuanto más reducida es la capacidad de producción de una planta, mayor debe ser su tendencia a la especialización y a la reducción de la gama de laminados, los resultados económicos acusarían índices más favorables. Pero razones de diverso orden, han impedido un tal enfoque del problema. El presuponia grandes riesgos para las empresas, ya que el efecto de medidas que hacen a la política de cada gobierno y que le son privativas, pueden alterar totalmente en la práctica los valores calculados como consecuencia de una extensión extranacional del mercado.

La reducida capacidad para importar, característica común de los países latinoamericanos, hizo que las plantas proyectadas tendieran a la máxima sustitución posible de importaciones de productos de acero, ya que, por otro lado, se suponía con fundamento que los costos de producción alcanzarían valores inferiores o por lo menos iguales, al precio de entrega de similares productos importados.

Para medir de alguna manera la influencia que la situación creada tiene en Latinoamérica, se ha supuesto en nuestro caso, la existencia de talleres de laminación cuya capacidad es compatible con la de los mercados de cada uno de los países latinoamericanos y responde al criterio ya mencionado, que aconseja reducir al máximo la diversificación de los productos laminados por cada planta.

existen entre las diferentes variables y la dificultad de disponer de los informes precisos requeridos, crea serios obstáculos para el empleo de computadores intercalados en el sistema. Actualmente existen numerosos laminadores que funcionan con equipos para el contralor automático del espesor de las bandas que producen. Funcionan también varios laminadores universales de vigas completamente automatizados, que permiten la fabricación de una amplia gama de perfiles.

La colada continua, en substitución de la colada en lingote y el desbaste, constituye un adelanto tecnológico ya suficientemente afianzado, que marca un serio avance hacia la cadena continua de producción. La operación combinada de la acería y la colada continua, se ha perfeccionado de tal manera, que parece ser la solución del porvenir, no existiendo muchas dudas de que serán salvados en un futuro próximo, ciertos inconvenientes operativos que aún subsisten. Esta técnica relativamente nueva se aplica cada vez más intensamente en todo el mundo, por las ventajas económicas que se obtienen al eliminar algunas etapas de secuencia tradicional tales como el vaciado en lingoteras, el recalentamiento en hornos de foso y la laminación de desbaste. Durante los últimos años se introdujeron una serie de innovaciones al proceso, tales como los moldes múltiples para palanquillas. Recientemente, una combinación de desgasificación al vacío con la colada continua, parece haber sido resuelta exitosamente.

Múltiples ventajas presenta la colada continua con respecto a la colada en lingotes convencionales. El rendimiento más elevado del acero, el fácil control del proceso, la elasticidad que proporciona para producir semielaborados de secciones grandes y pequeñas, la calidad del producto obtenido, la comparativamente reducida inversión que demanda, los bajos costos operativos etc., constituyen los aspectos favorables más salientes.

Según sea el tipo de molde y su movimiento, la zona de enfriamiento etc., las máquinas de colada continua varían en sus características. Se tienen así máquinas de molde inclinado y continuo; molde recto y vertical, molde y zona de enfriamiento semiplano, en curva, etc. El deseo de aumentar la velocidad de colada y la calidad, condujo inicialmente a las máquinas en torre, cuyas alturas oscilaban alrededor de 40 metros sobre el nivel del piso del taller o exigían una profundidad equivalente tratándose de máquinas

/en foso.

existen entre las diferentes variables y la dificultad de disponer de los informes precisos requeridos, crea serios obstáculos para el empleo de computadores intercalados en el sistema. Actualmente existen numerosos laminadores que funcionan con equipos para el contralor automático del espesor de las bandas que producen. Funcionan también varios laminadores universales de vigas completamente automatizados, que permiten la fabricación de una amplia gama de perfiles.

La colada continua, en substitución de la colada en lingote y el desbaste, constituye un adelanto tecnológico ya suficientemente afianzado, que marca un serio avance hacia la cadena continua de producción. La operación combinada de la acería y la colada continua, se ha perfeccionado de tal manera, que parece ser la solución del porvenir, no existiendo muchas dudas de que serán salvados en un futuro próximo, ciertos inconvenientes operativos que aún subsisten. Esta técnica relativamente nueva se aplica cada vez más intensamente en todo el mundo, por las ventajas económicas que se obtienen al eliminar algunas etapas de secuencia tradicional tales como el vaciado en lingoteras, el recalentamiento en hornos de foso y la laminación de desbaste. Durante los últimos años se introdujeron una serie de innovaciones al proceso, tales como los moldes múltiples para palanquillas. Recientemente, una combinación de desgasificación al vacío con la colada continua, parece haber sido resuelta exitosamente.

Múltiples ventajas presenta la colada continua con respecto a la colada en lingotes convencionales. El rendimiento más elevado del acero, el fácil control del proceso, la elasticidad que proporciona para producir semielaborados de secciones grandes y pequeñas, la calidad del producto obtenido, la comparativamente reducida inversión que demanda, los bajos costos operativos etc., constituyen los aspectos favorables más salientes.

Según sea el tipo de molde y su movimiento, la zona de enfriamiento etc., las máquinas de colada continua varían en sus características. Se tienen así máquinas de molde inclinado y continuo; molde recto y vertical, molde y zona de enfriamiento semiplano, en curva, etc. El deseo de aumentar la velocidad de colada y la calidad, condujo inicialmente a las máquinas en torre, cuyas alturas oscilaban alrededor de 40 metros sobre el nivel del piso del taller o exigían una profundidad equivalente tratándose de máquinas

/en foso.

tochos y planchones en trenes desbastadores. La incorporación definitiva de la colada continua, significa un avance notable hacia la producción continua encadenada y ha de facilitar el avance hacia la automatización integrada de los departamentos acería y laminación.

Para la laminación de productos planos existen y se perfeccionan trenes planetarios del tipo Sendzimir y otros, que tienen la ventaja de reducir en una sola pasada el espesor de un planchón en forma considerable, por ejemplo de 90 a 3 mm. Con ello, no parece improbable la aparición del tren planetario universal, el que en la actualidad está siendo sometido a intensos estudios e investigaciones. La incorporación de estos tipos de laminadores significará un paso más hacia la producción continua de plantas integradas y tendrá la virtud de disminuir considerablemente las desventajas de las economías de escala para usinas de tamaño medio productoras de chapas. Por otra parte, la aplicación intensa de la colada continua se verá notablemente facilitada con la incorporación de este tipo de trenes planetarios. En efecto, la combinación de trenes planetarios Sendzimir con desbastadores especiales que posibilitesen partir de secciones grandes, simplificará la operación de la colada continua y de los trenes laminadores terminadores. En la actualidad parece no existir inconveniente para operar equipo de este tipo hasta un ancho de un metro y se han instalado plantas aisladas que llegan a 1.25 y más metros de ancho.

2. Aclaraciones y comentarios sobre los trenes de laminación hipotéticos

Para cumplir los propósitos perseguidos por este trabajo, simplificando al mismo tiempo los cálculos, se ha supuesto que los talleres de laminación se integran como se indica a continuación:

- a) Laminadores desbastadores. Sus características varían con la capacidad anual de elaboración de semiproductos, a saber:

Caso I. Hasta 300 000 toneladas anuales de lingotes.

Laminador de una caja trío de tres cilindros dispuestos uno sobre el otro, dotados de mesas basculantes al frente y detrás de la caja. El rendimiento en tochos y palanquillas, alcanza al 88 por ciento (acero vivo o semi-calmado).

Caso II. De 300 a 500 000 toneladas anuales de lingotes.

Laminador dúo reversible moderno, accionado por un solo motor. Puede producir tochos, palanquillas y planchones, con un rendimiento del 81 por ciento (acero vivo o semi-calmado).

tochos y planchones en trenes desbastadores. La incorporación definitiva de la colada continua, significa un avance notable hacia la producción continua encadenada y ha de facilitar el avance hacia la automatización integrada de los departamentos acería y laminación.

Para la laminación de productos planos existen y se perfeccionan trenes planetarios del tipo Sendzimir y otros, que tienen la ventaja de reducir en una sola pasada el espesor de un planchón en forma considerable, por ejemplo de 90 a 3 mm. Con ello, no parece improbable la aparición del tren planetario universal, el que en la actualidad está siendo sometido a intensos estudios e investigaciones. La incorporación de estos tipos de laminadores significará un paso más hacia la producción continua de plantas integradas y tendrá la virtud de disminuir considerablemente las desventajas de las economías de escala para usinas de tamaño medio productoras de chapas. Por otra parte, la aplicación intensa de la colada continua se verá notablemente facilitada con la incorporación de este tipo de trenes planetarios. En efecto, la combinación de trenes planetarios Sendzimir con desbastadores especiales que posibilitesen partir de secciones grandes, simplificará la operación de la colada continua y de los trenes laminadores terminadores. En la actualidad parece no existir inconveniente para operar equipo de este tipo hasta un ancho de un metro y se han instalado plantas aisladas que llegan a 1.25 y más metros de ancho.

2. Aclaraciones y comentarios sobre los trenes de laminación hipotéticos

Para cumplir los propósitos perseguidos por este trabajo, simplificando al mismo tiempo los cálculos, se ha supuesto que los talleres de laminación se integran como se indica a continuación:

- a) Laminadores desbastadores. Sus características varían con la capacidad anual de elaboración de semiproductos, a saber:

Caso I. Hasta 300 000 toneladas anuales de lingotes.

Laminador de una caja trío de tres cilindros dispuestos uno sobre el otro, dotados de mesas basculantes al frente y detrás de la caja. El rendimiento en tochos y palanquillas, alcanza al 88 por ciento (acero vivo o semi-calmado).

Caso II. De 300 a 500 000 toneladas anuales de lingotes.

Laminador dúo reversible moderno, accionado por un solo motor. Puede producir tochos, palanquillas y planchones, con un rendimiento del 81 por ciento (acero vivo o semi-calmado).

y contando con tres convertidores, para obtener la cantidad aproximada de 1 800 000 toneladas de planchones requerida para fabricar 1 500 000 toneladas de chapas y hojalata en las proporciones que se indican más adelante, será necesario producir 600 000 toneladas de acero líquido por convertidor, es decir, 8 000 coladas por año. Se supuso que las máquinas de colada continua destinadas a la producción de planchones son del tipo de barra curva. Cada máquina estará en condiciones de producir como término medio, entre 12 y 13 coladas por día, es decir, alrededor de 900 toneladas de planchones por día. En consecuencia, el número de máquinas variará hasta un máximo de 7 en el caso de abastecer las demandas de los equipos laminadores de productos planos, de 1 500 000 toneladas de capacidad anual.

b) Taller de laminación de perfiles comerciales pequeños y alambre.

Estos talleres, con una capacidad anual variable entre 100 y 300 000 toneladas de perfiles ligeros de hasta 3 mm, redondos, cuadrados, flejes y alambre, constan de un tren preparador trío automático; un tren intermedio continuo; un tren en zig-zag y un tren terminador continuo. El rendimiento medio supuesto es de 92 por ciento.

c) Taller de laminación de chapas. Las características supuestas a los

equipos varían con la capacidad de producción y son las siguientes:
Caso I. Para capacidades de producción anual de chapas y hojalata que oscilan entre 100 y 200 000 toneladas.

Tren "Steckel" de chapa en caliente y trenes reversibles en frío. La instalación consta de un tren en caliente con un tren reversible de desbastar y cajas concluidoras; línea de decapado y limpieza; trenes reversibles en frío; trenes de temple; máquinas de estañado por inmersión en caliente; líneas de corte y acabado de chapa y hojalata y los hornos de calentamiento correspondiente. Se ha supuesto que la producción de chapa en caliente, en frío y de hojalata, se distribuya de manera tal que el rendimiento medio del conjunto, referido a semi-productos, alcanza al 70 por ciento. La proporción de chapa laminada en frío y de hojalata varía entre el 67 por ciento y el 73 por ciento del total.

/Caso II.

y contando con tres convertidores, para obtener la cantidad aproximada de 1 800 000 toneladas de planchones requerida para fabricar 1 500 000 toneladas de chapas y hojalata en las proporciones que se indican más adelante, será necesario producir 600 000 toneladas de acero líquido por convertidor, es decir, 8 000 coladas por año. Se supuso que las máquinas de colada continua destinadas a la producción de planchones son del tipo de barra curva. Cada máquina estará en condiciones de producir como término medio, entre 12 y 13 coladas por día, es decir, alrededor de 900 toneladas de planchones por día. En consecuencia, el número de máquinas variará hasta un máximo de 7 en el caso de abastecer las demandas de los equipos laminadores de productos planos, de 1 500 000 toneladas de capacidad anual.

b) Taller de laminación de perfiles comerciales pequeños y alambre.

Estos talleres, con una capacidad anual variable entre 100 y 300 000 toneladas de perfiles ligeros de hasta 3 mm, redondos, cuadrados, flejes y alambre, constan de un tren preparador trío automático; un tren intermedio continuo; un tren en zig-zag y un tren terminador continuo. El rendimiento medio supuesto es de 92 por ciento.

c) Taller de laminación de chapas. Las características supuestas a los

equipos varían con la capacidad de producción y son las siguientes:

Caso I. Para capacidades de producción anual de chapas y hojalata que oscilan entre 100 y 200 000 toneladas.

Tren "Steckel" de chapa en caliente y trenes reversibles en frío.

La instalación consta de un tren en caliente con un tren reversible de desbastar y cajas concluidoras; línea de decapado y limpieza; trenes reversibles en frío; trenes de temple; máquinas de estañado por inmersión en caliente; líneas de corte y acabado de chapa y hojalata y los hornos de calentamiento correspondiente. Se ha supuesto que la producción de chapa en caliente, en frío y de hojalata, se distribuya de manera tal que el rendimiento medio del conjunto, referido a semi-productos, alcanza al 70 por ciento. La proporción de chapa laminada en frío y de hojalata varía entre el 67 por ciento y el 73 por ciento del total.

/Caso II.

VII. INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION PARA LA LAMINACION
DE ACERO EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES

1. Consideraciones generales

Son válidos para este caso, los mismos comentarios efectuados al considerar los departamentos de reducción de minerales y producción de aceros, con relación a los factores que contribuyen a hacer variar el monto de las inversiones que aprecian las distintas fuentes informativas.

En este caso, las estimaciones sobre inversiones suponen que las plantas laminadoras comprenden, además de los equipos ya descritos para cada caso, los edificios y construcciones varias y los distintos servicios, (almacenes de tochos; palanquillas, talleres de cilindros y de mantenimiento; agua, aire comprimido; electricidad; oficinas) medios de transporte y la parte proporcional de los servicios generales. También se incluye una provisión de 5 por ciento de la inversión para cubrir eventualidades y con 7 por ciento para costo del proyecto y supervisión.

Por otro lado, se ha partido de la base de que las plantas son operadas con eficiencia, alcanzándose productividades normales y los rendimientos que se han fijado para cada estructura de laminación.

2. Inversiones para plantas laminadoras de distinto tipo y capacidad

El Gráfico 8 representa las inversiones por tonelada de producto final, para las estructuras de laminación completa, tanto de perfiles como de planos, en la forma que ya quedó indicada para las distintas capacidades. Las cifras correspondientes han sido vertidas en los cuadros 8 y 9, de los cuales el primero presenta las inversiones necesarias en plantas completas de laminación de perfiles medianos, perfiles livianos y alambrón y, también, las correspondientes únicamente al desbaste, ya que se da la posibilidad de que en América Latina se construyan plantas integradas que provean de palanquillas a distintos mercados y, por lo tanto, terminen en estos semi-productos su ciclo productivo. En cambio, las cifras del cuadro 9 representan las inversiones en la laminación de productos planos, tanto con el procedimiento clásico de desbaste y laminación, que se extiende hasta una capacidad de 2 500 000 toneladas anuales, como con la colada continua y laminación, que se ha limitado a una producción máxima de 1 500 000 toneladas por año.

La observación del gráfico y de los cuadros sugiere los siguientes comentarios:

/a) Es

VII. INVERSIONES Y COSTOS DE PRODUCCION PARA LA LAMINACION
DE ACERO EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES

1. Consideraciones generales

Son válidos para este caso, los mismos comentarios efectuados al considerar los departamentos de reducción de minerales y producción de aceros, con relación a los factores que contribuyen a hacer variar el monto de las inversiones que aprecian las distintas fuentes informativas.

En este caso, las estimaciones sobre inversiones suponen que las plantas laminadoras comprenden, además de los equipos ya descritos para cada caso, los edificios y construcciones varias y los distintos servicios, (almacenes de tochos; palanquillas, talleres de cilindros y de mantenimiento; agua, aire comprimido; electricidad; oficinas) medios de transporte y la parte proporcional de los servicios generales. También se incluye una provisión de 5 por ciento de la inversión para cubrir eventualidades y con 7 por ciento para costo del proyecto y supervisión.

Por otro lado, se ha partido de la base de que las plantas son operadas con eficiencia, alcanzándose productividades normales y los rendimientos que se han fijado para cada estructura de laminación.

2. Inversiones para plantas laminadoras de distinto tipo y capacidad

El Gráfico 8 representa las inversiones por tonelada de producto final, para las estructuras de laminación completa, tanto de perfiles como de planos, en la forma que ya quedó indicada para las distintas capacidades. Las cifras correspondientes han sido vertidas en los cuadros 8 y 9, de los cuales el primero presenta las inversiones necesarias en plantas completas de laminación de perfiles medianos, perfiles livianos y alambrón y, también, las correspondientes únicamente al desbaste, ya que se da la posibilidad de que en América Latina se construyan plantas integradas que provean de palanquillas a distintos mercados y, por lo tanto, terminen en estos semi-productos su ciclo productivo. En cambio, las cifras del cuadro 9 representan las inversiones en la laminación de productos planos, tanto con el procedimiento clásico de desbaste y laminación, que se extiende hasta una capacidad de 2 500 000 toneladas anuales, como con la colada continua y laminación, que se ha limitado a una producción máxima de 1 500 000 toneladas por año.

La observación del gráfico y de los cuadros sugiere los siguientes comentarios:

/a) Es

d) Comparando las inversiones correspondientes a las estructuras integradas por colada continua y trenes laminadores de chapas y hojalata que incluyen también las debidas a los equipos para desoxidación al vacío, con las constituidas por trenes desbastadores y análogos trenes laminadores de productos planos, se comprueba que las primeras demandan una menor inversión. Para capacidades de 100 000 toneladas, esta menor inversión representa una reducción del 12 por ciento aproximadamente, mientras que para capacidades de 1 500 000 toneladas, dicho porcentaje de mejor inversión, se reduce a 7 por ciento.

3. Costos de laminación en plantas de distintas capacidades

Los cuadros X a XV, contienen los cálculos de costos de laminación de acero, correspondientes a estructuras hipotéticas supuestas a los talleres.

Se juzga conveniente efectuar algunas aclaraciones, previas a los estudios comparativos, ya que ellas facilitarán la comprensión del método de detalle que ha orientado el trabajo.

a) Por razones de simplificación, los costos de elaboración de laminados han sido calculados suponiendo que se utiliza acero de solera abierta al costo que resulta en acerías cuya capacidad, expresada en toneladas de lingotes, es igual a la de los talleres de laminación indicada en toneladas del producto final. Esta suposición y también la similar hecha al calcular los costos del acero, entrañan deformaciones, puesto que en plantas integradas y equilibradas, la capacidad del departamento intermedio será fijada de acuerdo a la real demanda del que consume su producto. En nuestro caso, el costo del acero que ingresa a los talleres de laminación, deberá ser el correspondiente a una capacidad anual superior.

b) Para comparar la colada continua con el procedimiento clásico de desbaste, se utilizaron las siguientes estructuras:

- i) Perfiles comerciales pequeños y alambre: Alto horno-horno eléctrico y alto horno-convertidor. En ambos casos se parte de minerales de hierro de alta ley.
- ii) Chapas y hojalata: Alto horno-convertidor LD. En este caso, se supone también que se utilizan minerales de alta ley.

La capacidad máxima para lo que se considera la participación de la colada continua, corresponde a 1 500 000 toneladas de laminados planos finales.

/Esta capacidad

d) Comparando las inversiones correspondientes a las estructuras integradas por colada continua y trenes laminadores de chapas y hojalata que incluyen también las debidas a los equipos para desoxidación al vacío, con las constituidas por trenes desbastadores y análogos trenes laminadores de productos planos, se comprueba que las primeras demandan una menor inversión. Para capacidades de 100 000 toneladas, esta menor inversión representa una reducción del 12 por ciento aproximadamente, mientras que para capacidades de 1 500 000 toneladas, dicho porcentaje de mejor inversión, se reduce a 7 por ciento.

3. Costos de laminación en plantas de distintas capacidades

Los cuadros X a XV, contienen los cálculos de costos de laminación de acero, correspondientes a estructuras hipotéticas supuestas a los talleres.

Se juzga conveniente efectuar algunas aclaraciones, previas a los estudios comparativos, ya que ellas facilitarán la comprensión del método de detalle que ha orientado el trabajo.

a) Por razones de simplificación, los costos de elaboración de laminados han sido calculados suponiendo que se utiliza acero de solera abierta al costo que resulta en acerías cuya capacidad, expresada en toneladas de lingotes, es igual a la de los talleres de laminación indicada en toneladas del producto final. Esta suposición y también la similar hecha al calcular los costos del acero, entrañan deformaciones, puesto que en plantas integradas y equilibradas, la capacidad del departamento intermedio será fijada de acuerdo a la real demanda del que consume su producto. En nuestro caso, el costo del acero que ingresa a los talleres de laminación, deberá ser el correspondiente a una capacidad anual superior.

b) Para comparar la colada continua con el procedimiento clásico de desbaste, se utilizaron las siguientes estructuras:

- i) Perfiles comerciales pequeños y alambre: Alto horno-horno eléctrico y alto horno-convertidor. En ambos casos se parte de minerales de hierro de alta ley.
- ii) Chapas y hojalata: Alto horno-convertidor LD. En este caso, se supone también que se utilizan minerales de alta ley.

La capacidad máxima para lo que se considera la participación de la colada continua, corresponde a 1 500 000 toneladas de laminados planos finales.

/Esta capacidad

de palanquilla y que corresponde a la economía estimada por supresión de colada en lingoteras, desmoldeo y tareas adicionales exigidas por el desbaste clásico. Para calcular este monto, se consideró la eliminación que se produce en el personal dedicado a las tareas de preparación y ejecución del lingoteado y a los transportes. Los costos de este personal, sumados a los correspondientes a desgastes de lingoteras y otros menores, totalizan aquellos valores.

Análogamente, y para ponderar en alguna medida la influencia que en el costo total de laminación de perfiles comerciales, tienen la inclusión de la colada continua, se consignan en el Cuadro XII los resultados de los cálculos de costos de producción para dos estructuras técnicas cuyas capacidades varían entre 100 000 y 300 000 toneladas.

- ii) Fabricación de chapas y hojalata. En este caso, se calculó el costo total de producción de planchones en acerías cuyas capacidades anuales varían entre 100 000 y 1 500 000 toneladas anuales. Los resultados aparecen indicados en el Cuadro XIV.

Corresponde aclarar que el costo directo de desoxidación al vacío varía con la capacidad de la planta. Para capacidades pequeñas, dicho costo directo se discrimina así, expresado en dólares corrientes por tonelada de acero:

Mano de obra directa	0.335
Mano de obra indirecta y sueldos	0.24
Consumos varios	0.952
Combustibles y servicios	<u>0.109</u>
Costo Directo Total	1.636

Las provisiones y servicios incluyen refractarios, consumo de aire, electricidad, oxígeno y varios.

Partiendo de los costos totales de producción de los planchones, se calcularon los costos de producción de chapas y hojalata, considerando la misma diversificación de laminados finales que la correspondiente a la estructura técnica integrada con el desbastador clásico (Cuadro XIII).

de palanquilla y que corresponde a la economía estimada por supresión de colada en lingoteras, desmoldeo y tareas adicionales exigidas por el desbaste clásico. Para calcular este monto, se consideró la eliminación que se produce en el personal dedicado a las tareas de preparación y ejecución del lingoteado y a los transportes. Los costos de este personal, sumados a los correspondientes a desgastes de lingoteras y otros menores, totalizan aquellos valores.

Análogamente, y para ponderar en alguna medida la influencia que en el costo total de laminación de perfiles comerciales, tienen la inclusión de la colada continua, se consignan en el Cuadro XII los resultados de los cálculos de costos de producción para dos estructuras técnicas cuyas capacidades varían entre 100 000 y 300 000 toneladas.

- ii) Fabricación de chapas y hojalata. En este caso, se calculó el costo total de producción de planchones en acerías cuyas capacidades anuales varían entre 100 000 y 1 500 000 toneladas anuales. Los resultados aparecen indicados en el Cuadro XIV.

Corresponde aclarar que el costo directo de desoxidación al vacío varía con la capacidad de la planta. Para capacidades pequeñas, dicho costo directo se discrimina así, expresado en dólares corrientes por tonelada de acero:

Mano de obra directa	0.335
Mano de obra indirecta y sueldos	0.24
Consumos varios	0.952
Combustibles y servicios	<u>0.109</u>
Costo Directo Total	1.636

Las provisiones y servicios incluyen refractarios, consumo de aire, electricidad, oxígeno y varios.

Partiendo de los costos totales de producción de los planchones, se calcularon los costos de producción de chapas y hojalata, considerando la misma diversificación de laminados finales que la correspondiente a la estructura técnica integrada con el desbastador clásico (Cuadro XIII).

Si se analizan las estructuras completas que utilizan los mismos procesos de reducción y afino y los mismos trenes laminadores de perfiles comerciales, introduciendo en un caso la colada continua y manteniendo en otro el proceso clásico (Cuadros XI y XII y Gráfico 11), las ventajas económicas precedentemente señaladas para la colada continua, tienen una significación algo superior.

El costo medio de los laminados elaborados a partir de acero de convertidores LD alcanza, en el proceso clásico y para 100 000 toneladas de capacidad anual, a 113.24 dólares, mientras que en la estructura de laminación integrada con la colada continua, el costo es de sólo 101.05 dólares; resulta, pues, que éste representa el 89.2 por ciento de aquél, lo que es razonable, toda vez que aquella diferencia anotada en la elaboración de subproductos, se multiplica en la última etapa del proceso.

b) Las horas de mano de obra directa por tonelada de producto final calculadas para las distintas estructuras de laminación, (Gráfico 9), alcanzan su mayor significación en la elaboración de chapas. Varían, desbaste incluido, desde 7.95 dólares hasta 2.01 dólares; éste último valor representa sólo el 25.2 por ciento del primero. Naturalmente, las horas insumidas pueden alterarse significativamente según sean las características de los equipos que se utilicen. Así, por ejemplo, para capacidades de desbaste inferiores a 100 000 toneladas, el empleo de trenes mecanizados para la elaboración de hojalata, insume hasta 30 horas por tonelada de producto final. En cambio, para elaborar 100 000 toneladas anuales de chapas y hojalata utilizando ya un tren "Steckel", las horas directas se reducen a 5.25 por tonelada de producto final (excluido el desbaste).

La etapa de laminación es, muy especialmente para capacidades reducidas y medias, de gran significación en la economía de producción de plantas integradas y, consecuentemente, las deficiencias de proyecto y/o de operación que en ella se originen, pueden llevar a invalidar totalmente las ventajas técnico-económicas logradas en las anteriores etapas. Una planta de 1 500 000 toneladas que lamina chapas y hojalata con acero producido en alto horno-convertidor LD, cuyo valor

Si se analizan las estructuras completas que utilizan los mismos procesos de reducción y afino y los mismos trenes laminadores de perfiles comerciales, introduciendo en un caso la colada continua y manteniendo en otro el proceso clásico (Cuadros XI y XII y Gráfico 11), las ventajas económicas precedentemente señaladas para la colada continua, tienen una significación algo superior.

El costo medio de los laminados elaborados a partir de acero de convertidores LD alcanza, en el proceso clásico y para 100 000 toneladas de capacidad anual, a 113.24 dólares, mientras que en la estructura de laminación integrada con la colada continua, el costo es de sólo 101.05 dólares; resulta, pues, que éste representa el 89.2 por ciento de aquél, lo que es razonable, toda vez que aquella diferencia anotada en la elaboración de subproductos, se multiplica en la última etapa del proceso.

b) Las horas de mano de obra directa por tonelada de producto final calculadas para las distintas estructuras de laminación, (Gráfico 9), alcanzan su mayor significación en la elaboración de chapas. Varían, desbaste incluido, desde 7.95 dólares hasta 2.01 dólares; éste último valor representa sólo el 25.2 por ciento del primero. Naturalmente, las horas insumidas pueden alterarse significativamente según sean las características de los equipos que se utilicen. Así, por ejemplo, para capacidades de desbaste inferiores a 100 000 toneladas, el empleo de trenes mecanizados para la elaboración de hojalata, insume hasta 30 horas por tonelada de producto final. En cambio, para elaborar 100 000 toneladas anuales de chapas y hojalata utilizando ya un tren "Steckel", las horas directas se reducen a 5.25 por tonelada de producto final (excluido el desbaste).

La etapa de laminación es, muy especialmente para capacidades reducidas y medias, de gran significación en la economía de producción de plantas integradas y, consecuentemente, las deficiencias de proyecto y/o de operación que en ella se originen, pueden llevar a invalidar totalmente las ventajas técnico-económicas logradas en las anteriores etapas. Una planta de 1 500 000 toneladas que lamina chapas y hojalata con acero producido en alto horno-convertidor LD, cuyo valor

VIII. ESTRUCTURAS TÉCNICAS INTEGRALES CORRESPONDIENTES A
PLANTAS SIDERÚRGICAS DE DISTINTAS CAPACIDADES
DE PRODUCCIÓN ANUAL

1. Consideraciones generales

En posesión de los costos departamentales, corresponde ahora entrar a considerar las estructuras técnicas de plantas integradas de distintas capacidades, cuya selección ha obedecido a los criterios rectores ya expuestos a lo largo de esta exposición.

Evidentemente, múltiples son las combinaciones posibles para vincular los procesos de reducción de minerales y de elaboración del acero entre sí con las variadas estructuras que pueden tener las plantas laminadoras. Con relación a estas últimas, y tal como ya quedó referido, ha primado el criterio de lograr combinaciones económicas dentro de las limitaciones que imponen los mercados de los países latinoamericanos. Aun cuando se ha supuesto también la elaboración exclusiva de chapas y hojalata en plantas de reducida capacidad, debe aclararse que ello obedece al deseo de tener magnitudes de referencia para el análisis comparativo de las diversas estructuras técnicas integradas.

La amplitud de capacidades anuales de producción de acero fijada para cada uno de los procesos de reducción y afino, ha tenido, desde luego, gran influencia en la selección de los equipos de laminación y de las estructuras técnicas completas correspondientes a hipotéticas plantas integradas. Además, el hecho de disponer de dos calidades de arrabio de distintos precios calculados a partir de materias primas de calidad similar a las disponibles en Latinoamérica, ha orientado también la selección, señalando la conveniencia de las estructuras técnicas globales en dos grupos según la calidad y precio de las materias primas. De cualquier manera, también será posible extraer conclusiones como consecuencia de las relaciones que pueden establecerse entre estructuras técnicas integradas pertenecientes a estos dos grupos.

VIII. ESTRUCTURAS TÉCNICAS INTEGRALES CORRESPONDIENTES A
PLANTAS SIDERÚRGICAS DE DISTINTAS CAPACIDADES
DE PRODUCCIÓN ANUAL

1. Consideraciones generales

En posesión de los costos departamentales, corresponde ahora entrar a considerar las estructuras técnicas de plantas integradas de distintas capacidades, cuya selección ha obedecido a los criterios rectores ya expuestos a lo largo de esta exposición.

Evidentemente, múltiples son las combinaciones posibles para vincular los procesos de reducción de minerales y de elaboración del acero entre sí con las variadas estructuras que pueden tener las plantas laminadoras. Con relación a estas últimas, y tal como ya quedó referido, ha primado el criterio de lograr combinaciones económicas dentro de las limitaciones que imponen los mercados de los países latinoamericanos. Aun cuando se ha supuesto también la elaboración exclusiva de chapas y hojalata en plantas de reducida capacidad, debe aclararse que ello obedece al deseo de tener magnitudes de referencia para el análisis comparativo de las diversas estructuras técnicas integradas.

La amplitud de capacidades anuales de producción de acero fijada para cada uno de los procesos de reducción y afino, ha tenido, desde luego, gran influencia en la selección de los equipos de laminación y de las estructuras técnicas completas correspondientes a hipotéticas plantas integradas. Además, el hecho de disponer de dos calidades de arrabio de distintos precios calculados a partir de materias primas de calidad similar a las disponibles en Latinoamérica, ha orientado también la selección, señalando la conveniencia de las estructuras técnicas globales en dos grupos según la calidad y precio de las materias primas. De cualquier manera, también será posible extraer conclusiones como consecuencia de las relaciones que pueden establecerse entre estructuras técnicas integradas pertenecientes a estos dos grupos.

g) Sólo se ampliarán los límites razonables máximos y mínimos correspondientes a las capacidades instaladas supuestas a las distintas estructuras técnicas, cuando ello resulta aconsejable para extraer algunas conclusiones útiles al propósito perseguido por el trabajo.

En base a estos criterios rectores más importantes, se definieron las estructuras técnicas integradas que figuran en los cuadros XVI al XX y se calcularon para ellas los costos de producción correspondientes a distintas capacidades.

Con relación a las inversiones, algunas de las cuales aparecen en los cuadros XVI y XVII, se ha limitado el número de las que se presentan pero, por conocerse las departamentales que corresponden a cada capacidad de producción, será fácil calcular los valores para el conjunto en cualesquiera otra alternativa.

Por las razones ya expresadas en su oportunidad, la reducción directa se considera aplicable solamente hasta capacidades correspondientes a 300 000 toneladas anuales de productos laminados terminados. Las estructuras integradas de las que forma parte este proceso, son las que resultan impuestas por razones técnicas actuales, aun cuando corresponde aclarar que únicamente se ha previsto la alternativa de laminación de productos no planos, porque se estima que no existen razones de suficiente peso que aconsejen optar por otra estructura, para cumplir el propósito perseguido por el trabajo.

La colada continua ha sido aplicada a los procesos de afino, al convertidor y en horno eléctrico. La máxima capacidad supuesta para la laminación de perfiles comerciales pequeños y alambre, fué de 300 000 toneladas. Para capacidades superiores, sería ya necesario intercalar como integrante de la estructura técnica, un laminador de palanquillas, con el fin de evitar un aumento exagerado del número de máquinas de colada continua.

Para analizar una alternativa más, se incorporó la colada continua a hipotéticas plantas integradas que fabrican chapas y hojalata hasta la capacidad máxima de 1 500 000 toneladas. Aun cuando se interpreta que este proceso podrá intervenir como básico en plantas de mayor capacidad, no se disponen a la fecha de antecedentes suficientes para extender el análisis.

g) Sólo se ampliarán los límites razonables máximos y mínimos correspondientes a las capacidades instaladas supuestas a las distintas estructuras técnicas, cuando ello resulta aconsejable para extraer algunas conclusiones útiles al propósito perseguido por el trabajo.

En base a estos criterios rectores más importantes, se definieron las estructuras técnicas integradas que figuran en los cuadros XVI al XX y se calcularon para ellas los costos de producción correspondientes a distintas capacidades.

Con relación a las inversiones, algunas de las cuales aparecen en los cuadros XVI y XVII, se ha limitado el número de las que se presentan pero, por conocerse las departamentales que corresponden a cada capacidad de producción, será fácil calcular los valores para el conjunto en cualesquiera otra alternativa.

Por las razones ya expresadas en su oportunidad, la reducción directa se considera aplicable solamente hasta capacidades correspondientes a 300 000 toneladas anuales de productos laminados terminados. Las estructuras integradas de las que forma parte este proceso, son las que resultan impuestas por razones técnicas actuales, aun cuando corresponde aclarar que únicamente se ha previsto la alternativa de laminación de productos no planos, porque se estima que no existen razones de suficiente peso que aconsejen optar por otra estructura, para cumplir el propósito perseguido por el trabajo.

La colada continua ha sido aplicada a los procesos de afino, al convertidor y en horno eléctrico. La máxima capacidad supuesta para la laminación de perfiles comerciales pequeños y alambre, fué de 300 000 toneladas. Para capacidades superiores, sería ya necesario intercalar como integrante de la estructura técnica, un laminador de palanquillas, con el fin de evitar un aumento exagerado del número de máquinas de colada continua.

Para analizar una alternativa más, se incorporó la colada continua a hipotéticas plantas integradas que fabrican chapas y hojalata hasta la capacidad máxima de 1 500 000 toneladas. Aun cuando se interpreta que este proceso podrá intervenir como básico en plantas de mayor capacidad, no se disponen a la fecha de antecedentes suficientes para extender el análisis.

las diferencias entre aquella última estructura y lo que le sigue en la escala creciente de costos (reducción en horno eléctrico y afino en convertidores LD), aumentan a medida que crece la capacidad de producción anual; varían desde un mínimo que alcanza aproximadamente a 6.14 dólares por tonelada para una producción de 100 000 toneladas, hasta un máximo de 8.65 dólares que corresponde a la mayor capacidad supuesta para la reducción en horno eléctrico. Este incremento de la diferencia es fácilmente explicable, ya que está motivado por una misma tendencia observada al analizar la reducción de minerales en el alto horno y en el horno eléctrico. En cambio, la diferencia de costos entre la estructura integrada por alto horno-convertidor LD-tren desbastador y la que lo hace con alto horno-horno de solera abierta-tren desbastador, varía en sentido inverso, alcanzando el valor de 15.43 dólares para la mínima capacidad de producción supuesta. Ello queda explicado porque en el mismo sentido, varían las diferencias de costos de elaboración del acero por ambos procesos. Además, para las condiciones básicas que encuadraron los cálculos, son más sensibles las ventajas de la estructura integrada con el proceso LD, cuanto menor es la capacidad de producción instalada.

La estructura integrada con hornos eléctricos de reducción y de afino, ocasiona mayores costos que la constituida por alto horno-horno de solera abierta, en el tratamiento de arrabio de bajo fósforo, a partir de capacidades anuales superiores a 800 000 toneladas. En cambio, tal costo es inferior en mayor medida, cuanto más se aproxima a la capacidad anual mínima. La explicación resulta de la observación de las variaciones que, para distintas capacidades, acusan los costos de elaboración del acero en ambos procesos.

De las dos estructuras técnicas consideradas para el caso de minerales fosforosos, alcanza los menores costos de producción totales para las distintas capacidades, la integrada con alto horno y convertidores LD/AC. Su comparación con la alternativa

/alto horno

las diferencias entre aquella última estructura y lo que le sigue en la escala creciente de costos (reducción en horno eléctrico y afino en convertidores LD), aumentan a medida que crece la capacidad de producción anual; varían desde un mínimo que alcanza aproximadamente a 6.14 dólares por tonelada para una producción de 100 000 toneladas, hasta un máximo de 8.65 dólares que corresponde a la mayor capacidad supuesta para la reducción en horno eléctrico. Este incremento de la diferencia es fácilmente explicable, ya que está motivado por una misma tendencia observada al analizar la reducción de minerales en el alto horno y en el horno eléctrico. En cambio, la diferencia de costos entre la estructura integrada por alto horno-convertidor LD-tren desbastador y la que lo hace con alto horno-horno de solera abierta-tren desbastador, varía en sentido inverso, alcanzando el valor de 15.43 dólares para la mínima capacidad de producción supuesta. Ello queda explicado porque en el mismo sentido, varían las diferencias de costos de elaboración del acero por ambos procesos. Además, para las condiciones básicas que encuadraron los cálculos, son más sensibles las ventajas de la estructura integrada con el proceso LD, cuanto menor es la capacidad de producción instalada.

La estructura integrada con hornos eléctricos de reducción y de afino, ocasiona mayores costos que la constituida por alto horno-horno de solera abierta, en el tratamiento de arrabio de bajo fósforo, a partir de capacidades anuales superiores a 800 000 toneladas. En cambio, tal costo es inferior en mayor medida, cuanto más se aproxima a la capacidad anual mínima. La explicación resulta de la observación de las variaciones que, para distintas capacidades, acusan los costos de elaboración del acero en ambos procesos.

De las dos estructuras técnicas consideradas para el caso de minerales fosforosos, alcanza los menores costos de producción totales para las distintas capacidades, la integrada con alto horno y convertidores LD/AC. Su comparación con la alternativa

/alto horno

que utilizan arrabio fosforoso, los costos más bajos corresponden a la estructura alto horno-convertidor LD/AC, mientras que los más elevados son alcanzados por la combinación alto horno-horno eléctrico de arco.

Los más altos costos, entre las alternativas que reducen minerales de elevado tenor de fósforo, corresponden a la integrada con alto horno-horno eléctrico de reducción y están motivados por el mayor costo de afino del arrabio. Como es lógico, la diferencia de costos que resulta de compararlos con la alternativa que emplea afino en convertidor LD/AC, aumenta a medida que son mayores las capacidades anuales de producción consideradas.

Con relación a la estructura que se integra con alto horno-convertidor Thomas soplado con aire enriquecido, puede decirse que el costo del producto final es ligeramente inferior al obtenido recurriendo al afino en horno eléctrico y que también en este caso, y por las mismas razones, las diferencias de costos aumentan a medida que se eleva la capacidad de producción, alcanzando un valor máximo de 7.42 dólares por tonelada de producto final.

Con relación a las estructuras que elaboran perfiles comerciales pequeños, flejes y alambre y que parten de minerales de hierro de alta ley bajo fósforo, puede expresarse que los menores costos y las menores inversiones corresponden a la alternativa integrada con alto horno-convertidor LD-colada continua. En este caso se suman todos los efectos favorables que posibilitan los adelantos tecnológicos considerados. La diferencia que esta alternativa muestra con relación a la integrada por alto horno-horno de solera abierta, alcanza valores muy significativos y aumenta, por las razones ya apuntadas, a medida que se eleva la capacidad anual de producción. Para una producción de 100 000 toneladas anuales, aquella diferencia alcanza a 23.67 dólares; es decir, un costo superior en un 23 por ciento corresponde a la alternativa que utiliza el afino en horno de solera abierta. Pero en cambio, si la comparación de la estructura de menor costo se efectúa con la que, no estando integrada con la colada continua, /sigue en

que utilizan arrabio fosforoso, los costos más bajos corresponden a la estructura alto horno-convertidor LD/AC, mientras que los más elevados son alcanzados por la combinación alto horno-horno eléctrico de arco.

Los más altos costos, entre las alternativas que reducen minerales de elevado tenor de fósforo, corresponden a la integrada con alto horno-horno eléctrico de reducción y están motivados por el mayor costo de afino del arrabio. Como es lógico, la diferencia de costos que resulta de compararlos con la alternativa que emplea afino en convertidor LD/AC, aumenta a medida que son mayores las capacidades anuales de producción consideradas.

Con relación a la estructura que se integra con alto horno-convertidor Thomas soplado con aire enriquecido, puede decirse que el costo del producto final es ligeramente inferior al obtenido recurriendo al afino en horno eléctrico y que también en este caso, y por las mismas razones, las diferencias de costos aumentan a medida que se eleva la capacidad de producción, alcanzando un valor máximo de 7.42 dólares por tonelada de producto final.

Con relación a las estructuras que elaboran perfiles comerciales pequeños, flejes y alambre y que parten de minerales de hierro de alta ley bajo fósforo, puede expresarse que los menores costos y las menores inversiones corresponden a la alternativa integrada con alto horno-convertidor LD-colada continua. En este caso se suman todos los efectos favorables que posibilitan los adelantos tecnológicos considerados. La diferencia que esta alternativa muestra con relación a la integrada por alto horno-horno de solera abierta, alcanza valores muy significativos y aumenta, por las razones ya apuntadas, a medida que se eleva la capacidad anual de producción. Para una producción de 100 000 toneladas anuales, aquella diferencia alcanza a 23.67 dólares; es decir, un costo superior en un 23 por ciento corresponde a la alternativa que utiliza el afino en horno de solera abierta. Pero en cambio, si la comparación de la estructura de menor costo se efectúa con la que, no estando integrada con la colada continua, /sigue en

Como síntesis del análisis muy general que se ha efectuado de las distintas estructuras técnicas, puede expresarse que quedan corroborados todos los comentarios técnico-económicos formulados con respecto a la economía de producción siderúrgica. Producir un arrabio de bajo costo constituye un objetivo fundamental. Si éste no se logra, corre serio riesgo el ciclo completo. Pero, evidentemente, la inadecuada selección de los procesos de afino y de las estructuras de laminación, puede echar por tierra los esfuerzos económicos que se realicen para reducir los minerales al más bajo costo posible. Con sólo recordar las distintas estructuras mencionadas en este capítulo y los comentarios resultantes de los breves análisis comparativos, podrá concluirse también que las generalizaciones que se enuncian y extienden al ciclo siderúrgico completo, como consecuencia de conclusiones particulares que surgen de análisis de una etapa, son en numerosos casos, erróneas y por lo tanto peligrosas.

Queda también ratificada la enorme importancia que tiene, para el estudio técnico-económico de los problemas siderúrgicos, la consideración de las condiciones locales, sobre todo en lo relacionado con aquellos factores que gravitan con preponderancia como elementos del costo en la reducción de los minerales, el afino del arrabio y laminación del lingote de acero o, como trabas que, aunque actúen fuera de la órbita que corresponde estrictamente a los ciclos productivos, pueden llegar a afectar la economía empresarial.

Como síntesis del análisis muy general que se ha efectuado de las distintas estructuras técnicas, puede expresarse que quedan corroborados todos los comentarios técnico-económicos formulados con respecto a la economía de producción siderúrgica. Producir un arrabio de bajo costo constituye un objetivo fundamental. Si éste no se logra, corre serio riesgo el ciclo completo. Pero, evidentemente, la inadecuada selección de los procesos de afino y de las estructuras de laminación, puede echar por tierra los esfuerzos económicos que se realicen para reducir los minerales al más bajo costo posible. Con sólo recordar las distintas estructuras mencionadas en este capítulo y los comentarios resultantes de los breves análisis comparativos, podrá concluirse también que las generalizaciones que se enuncian y extienden al ciclo siderúrgico completo, como consecuencia de conclusiones particulares que surgen de análisis de una etapa, son en numerosos casos, erróneas y por lo tanto peligrosas.

Queda también ratificada la enorme importancia que tiene, para el estudio técnico-económico de los problemas siderúrgicos, la consideración de las condiciones locales, sobre todo en lo relacionado con aquellos factores que gravitan con preponderancia como elementos del costo en la reducción de los minerales, el afino del arrabio y laminación del lingote de acero o, como trabas que, aunque actúen fuera de la órbita que corresponde estrictamente a los ciclos productivos, pueden llegar a afectar la economía empresarial.

el carbón es utilizado en siderurgia bajo la forma de coque, y que las reservas de carbones coquizables sólo alcanzan escasamente a un cuarto de las reservas totales, se comprenderá la importancia que en el futuro tendrá reducir la utilización del coque en la elaboración del hierro.

Estas son las razones por las que se ha centrado un gran esfuerzo para reducir los consumos específicos de coque, sustituyéndolo parcialmente por otros combustibles de menor precio y más abundantes, y también, creando condiciones óptimas de reducibilidad en las materias primas y mejorando las técnicas de operación.

Estos adelantos tecnológicos revisten particular y gran importancia para los países latinoamericanos, puesto que, en la mayoría de éstos, los costos de acopio del carbón serán significativamente más elevados que los que se obtienen en países altamente desarrollados, que cuentan con una industria siderúrgica afianzada y poderosa. Varios de los países latinoamericanos no cuentan con la posibilidad de disponer de fuentes de energía hidroeléctrica que posibilita obtener un costo del kwh suficientemente bajo para asegurar una coexistencia económica ventajosa de los procesos de reducción en horno eléctrico.

No se trata de utilizar la energía termoeléctrica obtenida a partir de combustibles para la reducción de los minerales de hierro; si así se hiciera, se perderían tres cuartas partes de un combustible que puede utilizarse más ventajosamente en el tratamiento de aquellos minerales. Nadie podrá discutir la extraordinaria importancia que tiene el aprovechamiento cuidadoso, inteligente y efectivo de los combustibles. El lema "producir más y más con menos y menos combustibles" tiene una profunda significación en la industria siderúrgica, pero por sobre todo, no debe perderse de vista que el impacto en las economías nacionales será considerablemente mayor si se ahorra una tonelada de combustible en la elaboración de una dada cantidad de bienes, que si se aumenta también en una tonelada la producción de dicho combustible. Pero aún dejando de lado consideraciones económicas, puede concluirse que por falta de energía hidroeléctrica, no es posible pensar en un aumento generalizado y significativo de la obtención eléctrica del hierro en los países latinoamericanos.

el carbón es utilizado en siderurgia bajo la forma de coque, y que las reservas de carbones coquizables sólo alcanzan escasamente a un cuarto de las reservas totales, se comprenderá la importancia que en el futuro tendrá reducir la utilización del coque en la elaboración del hierro.

Estas son las razones por las que se ha centrado un gran esfuerzo para reducir los consumos específicos de coque, sustituyéndolo parcialmente por otros combustibles de menor precio y más abundantes, y también, creando condiciones óptimas de reducibilidad en las materias primas y mejorando las técnicas de operación.

Estos adelantos tecnológicos revisten particular y gran importancia para los países latinoamericanos, puesto que, en la mayoría de éstos, los costos de acopio del carbón serán significativamente más elevados que los que se obtienen en países altamente desarrollados, que cuentan con una industria siderúrgica afianzada y poderosa. Varios de los países latinoamericanos no cuentan con la posibilidad de disponer de fuentes de energía hidroeléctrica que posibilita obtener un costo del kwh suficientemente bajo para asegurar una coexistencia económica ventajosa de los procesos de reducción en horno eléctrico.

No se trata de utilizar la energía termoeléctrica obtenida a partir de combustibles para la reducción de los minerales de hierro; si así se hiciera, se perderían tres cuartas partes de un combustible que puede utilizarse más ventajosamente en el tratamiento de aquellos minerales. Nadie podrá discutir la extraordinaria importancia que tiene el aprovechamiento cuidadoso, inteligente y efectivo de los combustibles. El lema "producir más y más con menos y menos combustibles" tiene una profunda significación en la industria siderúrgica, pero por sobre todo, no debe perderse de vista que el impacto en las economías nacionales será considerablemente mayor si se ahorra una tonelada de combustible en la elaboración de una dada cantidad de bienes, que si se aumenta también en una tonelada la producción de dicho combustible. Pero aún dejando de lado consideraciones económicas, puede concluirse que por falta de energía hidroeléctrica, no es posible pensar en un aumento generalizado y significativo de la obtención eléctrica del hierro en los países latinoamericanos.

seriamente distorsionado, es otro de los factores que se evidencian en algunos países, ocasionando un aumento de aquellos gastos de acopio y cuya regulación y contralor escapa al gobierno de los productores de acero, y se mantiene netamente dentro de la órbita estatal.

Así como en la reducción de los minerales, los adelantos tecnológicos aplicados a la elaboración de los aceros comunes y a su laminación posterior, señalan con toda evidencia la permanente marcha que la ciencia y la técnica desarrollan para alcanzar un objetivo fundamental: aumentar incesantemente la producción de acero a los más bajos precios posibles. También en estas dos etapas de la producción siderúrgica, los adelantos han buscado aumentar la productividad de los hornos y equipos, darles mayor elasticidad y reducir el consumo de combustibles, sin perder de vista la economía del conjunto, que aconseja obtener una adecuada conservación del calor y aprovechar al máximo los gases sobrantes.

La aparición de nuevos procesos de afino del arrabio basados en el empleo del oxígeno, constituye la nota más saliente de los adelantos tecnológicos, que significa una revolución contra los procesos clásicos.

La colada continua es una solución que en el futuro penetrará cada vez con mayor éxito, superando las dificultades que todavía enfrenta en la producción de chapas. Sustituirá así, gradualmente, al proceso clásico de colada en lingoteras y desbaste en trenes laminadores.

La extremada diversificación de los tipos de laminados que, en general, producen las plantas integradas latinoamericanas de capacidad mediana, como consecuencia de las limitaciones de los mercados locales y del propósito de lograr altos valores de sustitución de importaciones, constituye otro de los factores que contribuye a acentuar aún más el costo del acero laminado y que sólo se corregirá en un plazo demasiado largo, si los gobiernos no adoptan medidas conjuntas que permitan un mayor intercambio zonal.

La producción de un acero de elevado precio, genera efectos directos e indirectos en la economía de cada país, que aconsejan pensar seriamente en realizar una acción conjunta en el marco nacional y zonal latinoamericano. Es posible concretar ajustes de los elementos más significativos del costo, más este objetivo sólo será alcanzado en el marco de cada país, si los empresarios actúan rápidamente sobre los factores negativos que están bajo su

seriamente distorsionado, es otro de los factores que se evidencian en algunos países, ocasionando un aumento de aquellos gastos de acopio y cuya regulación y contralor escapa al gobierno de los productores de acero, y se mantiene netamente dentro de la órbita estatal.

Así como en la reducción de los minerales, los adelantos tecnológicos aplicados a la elaboración de los aceros comunes y a su laminación posterior, señalan con toda evidencia la permanente marcha que la ciencia y la técnica desarrollan para alcanzar un objetivo fundamental: aumentar incesantemente la producción de acero a los más bajos precios posibles. También en estas dos etapas de la producción siderúrgica, los adelantos han buscado aumentar la productividad de los hornos y equipos, darles mayor elasticidad y reducir el consumo de combustibles, sin perder de vista la economía del conjunto, que aconseja obtener una adecuada conservación del calor y aprovechar al máximo los gases sobrantes.

La aparición de nuevos procesos de afino del arrabio basados en el empleo del oxígeno, constituye la nota más saliente de los adelantos tecnológicos, que significa una revolución contra los procesos clásicos.

La colada continua es una solución que en el futuro penetrará cada vez con mayor éxito, superando las dificultades que todavía enfrenta en la producción de chapas. Sustituirá así, gradualmente, al proceso clásico de colada en lingoteras y desbaste en trenes laminadores.

La extremada diversificación de los tipos de laminados que, en general, producen las plantas integradas latinoamericanas de capacidad mediana, como consecuencia de las limitaciones de los mercados locales y del propósito de lograr altos valores de sustitución de importaciones, constituye otro de los factores que contribuye a acentuar aún más el costo del acero laminado y que sólo se corregirá en un plazo demasiado largo, si los gobiernos no adoptan medidas conjuntas que permitan un mayor intercambio zonal.

La producción de un acero de elevado precio, genera efectos directos e indirectos en la economía de cada país, que aconsejan pensar seriamente en realizar una acción conjunta en el marco nacional y zonal latinoamericano. Es posible concretar ajustes de los elementos más significativos del costo, más este objetivo sólo será alcanzado en el marco de cada país, si los empresarios actúan rápidamente sobre los factores negativos que están bajo su

En el mismo orden de ideas, y desde que en la mayoría de los países latinoamericanos la producción y comercialización de la energía eléctrica, petróleo y gas natural constituyen servicios públicos, es aconsejable también que con relación a ellos, los gobiernos estudien la aplicación o el ajuste de precios con carácter diferencial, con vistas a proporcionar a la industria siderúrgica y a otras dinámicas, la posibilidad de ajustar los costos de producción.

Finalmente, la aplicación de una política fiscal crediticia y aduanera que traduzca una justa y equitativa prelación a la industria siderúrgica, habrá de producir un impacto también favorable en los costos de sus productos y un efecto sobre la economía general, que será del mismo sentido que el ya mencionado al comentar los precios diferenciales de los servicios públicos.

Los resultados de este trabajo ratifican la necesidad de que, al estudiar nuevos desarrollos, se tengan siempre presentes las directrices técnico-económicas que deben orientar el planeamiento. Merece un comentario especial, por la contribución positiva en pro de la economía de producción, aquel criterio directriz señala la necesidad de que, en las etapas de los estudios sobre nuevos desarrollos, se considere con todo detenimiento, la situación local de las materias primas y de la energía, en todas las formas disponibles. Lo expresado equivale a reiterar también aquel principio básico, que afirma que cada vez será más notoria la exigencia económica de adaptar los procesos a emplear en la reducción de minerales y en el afino del arrabio, a las materias primas locales disponibles. Dicho de otra forma, el análisis de las materias primas, preferentemente locales, es previo a la consideración de los procesos de elaboración del hierro y del acero y estos últimos y sus adelantos tecnológicos, deben ser cuidadosamente estudiados en relación con los factores determinantes del costo de producción y con la diversificación de productos exigida por la demanda de los mercados.

Los adelantos tecnológicos han tenido un evidente impacto sobre las inversiones por tonelada de capacidad instalada, que contribuirá a aliviar el enorme esfuerzo financiero que los países latinoamericanos deben realizar para cumplir los programas de expansión siderúrgica. Conviene recordar que, por múltiples razones que se proyectan también en la economía de la producción del acero, será siempre conveniente concentrar con prioridad aquellos esfuerzos

/en la

En el mismo orden de ideas, y desde que en la mayoría de los países latinoamericanos la producción y comercialización de la energía eléctrica, petróleo y gas natural constituyen servicios públicos, es aconsejable también que con relación a ellos, los gobiernos estudien la aplicación o el ajuste de precios con carácter diferencial, con vistas a proporcionar a la industria siderúrgica y a otras dinámicas, la posibilidad de ajustar los costos de producción.

Finalmente, la aplicación de una política fiscal crediticia y aduanera que traduzca una justa y equitativa prelación a la industria siderúrgica, habrá de producir un impacto también favorable en los costos de sus productos y un efecto sobre la economía general, que será del mismo sentido que el ya mencionado al comentar los precios diferenciales de los servicios públicos.

Los resultados de este trabajo ratifican la necesidad de que, al estudiar nuevos desarrollos, se tengan siempre presentes las directrices técnico-económicas que deben orientar el planeamiento. Merece un comentario especial, por la contribución positiva en pro de la economía de producción, aquel criterio directriz señala la necesidad de que, en las etapas de los estudios sobre nuevos desarrollos, se considere con todo detenimiento, la situación local de las materias primas y de la energía, en todas las formas disponibles. Lo expresado equivale a reiterar también aquel principio básico, que afirma que cada vez será más notoria la exigencia económica de adaptar los procesos a emplear en la reducción de minerales y en el afino del arrabio, a las materias primas locales disponibles. Dicho de otra forma, el análisis de las materias primas, preferentemente locales, es previo a la consideración de los procesos de elaboración del hierro y del acero y estos últimos y sus adelantos tecnológicos, deben ser cuidadosamente estudiados en relación con los factores determinantes del costo de producción y con la diversificación de productos exigida por la demanda de los mercados.

Los adelantos tecnológicos han tenido un evidente impacto sobre las inversiones por tonelada de capacidad instalada, que contribuirá a aliviar el enorme esfuerzo financiero que los países latinoamericanos deben realizar para cumplir los programas de expansión siderúrgica. Conviene recordar que, por múltiples razones que se proyectan también en la economía de la producción del acero, será siempre conveniente concentrar con prioridad aquellos esfuerzos

/en la

Este cuadro también pone en evidencia el elevado valor de la producción que se alcanza por hombre, probando así, que la industria siderúrgica no se caracteriza por una alta intensidad de la mano de obra y sí de capital.

El cuadro XXII relaciona el capital con la producción para distintas capacidades instaladas y distintas estructuras técnicas. Para la alternativa que supone la producción de chapas y hojalata, la inversión correspondiente a la capacidad mínima alcanza al 292 por ciento de la que corresponde a la capacidad máxima. En cambio, no se anota la misma intensidad de crecimiento de la inversión con la capacidad, en la estructura integrada que elabora productos no planos. El valor de la producción anual correspondiente a 100 dólares de inversión, referido también a los costos totales de producción, es considerablemente superior en la estructura técnica que elabora productos no planos.

El cuadro XXIII compara los costos totales de producción obtenidos en los cálculos teóricos para distintas capacidades, con los precios de entrega C y F de similares productos importados. Por razones de simplificación se han tomado precios promedios de los productos FOB puertos europeos y de EE.UU. adicionándoseles también, valores medios correspondientes a gastos de embarque y de transporte. Las cifras son pues, arbitrarias; entrañan una simple aproximación y en consecuencia, no corresponden a los verdaderos costos y precios.

Únicamente la estructura técnica que elabora chapas y hojalata, a escala mas pequeña, alcanza costos totales superiores en un 5.4 por ciento al precio CyF de similares productos importados. Estos resultados ratifican la opinión ya generalizada de que no existe ninguna razón técnica insuperable para que el acero producido en plantas latinoamericanas de mediana capacidad, alcance precios de venta en los mercados locales, que necesitan protecciones aduaneras desmedidas. El cuadro evidencia también la gran influencia que tendrá la estructura técnica que se adopte en plantas integradas de reducida capacidad, sobre los márgenes que resultan de relacionar costos de producción con precio de similares productos importados. Así, una planta de reducida capacidad dedicada a la elaboración de productos no planos puede alcanzar costos que para la capacidad mínima analizada, resultan 11.5 por ciento inferiores a los precios CyF de los productos importados.

Este cuadro también pone en evidencia el elevado valor de la producción que se alcanza por hombre, probando así, que la industria siderúrgica no se caracteriza por una alta intensidad de la mano de obra y sí de capital.

El cuadro XXII relaciona el capital con la producción para distintas capacidades instaladas y distintas estructuras técnicas. Para la alternativa que supone la producción de chapas y hojalata, la inversión correspondiente a la capacidad mínima alcanza al 292 por ciento de la que corresponde a la capacidad máxima. En cambio, no se anota la misma intensidad de crecimiento de la inversión con la capacidad, en la estructura integrada que elabora productos no planos. El valor de la producción anual correspondiente a 100 dólares de inversión, referido también a los costos totales de producción, es considerablemente superior en la estructura técnica que elabora productos no planos.

El cuadro XXIII compara los costos totales de producción obtenidos en los cálculos teóricos para distintas capacidades, con los precios de entrega C y F de similares productos importados. Por razones de simplificación se han tomado precios promedios de los productos FOB puertos europeos y de EE.UU. adicionándoseles también, valores medios correspondientes a gastos de embarque y de transporte. Las cifras son pues, arbitrarias; entrañan una simple aproximación y en consecuencia, no corresponden a los verdaderos costos y precios.

Únicamente la estructura técnica que elabora chapas y hojalata, a escala más pequeña, alcanza costos totales superiores en un 5.4 por ciento al precio CyF de similares productos importados. Estos resultados ratifican la opinión ya generalizada de que no existe ninguna razón técnica insuperable para que el acero producido en plantas latinoamericanas de mediana capacidad, alcance precios de venta en los mercados locales, que necesitan protecciones aduaneras desmedidas. El cuadro evidencia también la gran influencia que tendrá la estructura técnica que se adopte en plantas integradas de reducida capacidad, sobre los márgenes que resultan de relacionar costos de producción con precio de similares productos importados. Así, una planta de reducida capacidad dedicada a la elaboración de productos no planos puede alcanzar costos que para la capacidad mínima analizada, resultan 11.5 por ciento inferiores a los precios CyF de los productos importados.

ANEXO

ANEXO

Cuadro I

PRECIOS DE LOS ELEMENTOS DE COSTOS

(Dólares corrientes)

Elementos de costos	Unidad	Precio puesto planta (dólares)
1. Mineral de hierro de bajo fósforo	ton	9.50 ^{a/}
2. Mineral de hierro de alto fósforo	ton	7.00 ^{b/}
3. Mineral de manganeso de 25%	ton	30.00
4. Carbón de piedra	ton	18.00
5. Piedra caliza	ton	7.00
6. Agua de enfriamiento	m ³	0.005
7. Energía hidroeléctrica	kwh	0.005
8. Energía termoeléctrica	kwh	0.016
9. Ferrocarriles (solera abierta)	US\$/t	3.60 ^{c/}
10. Ferrocarriles (horno eléctrico de afino)	US\$/t	2.25 ^{d/}
11. Ferrocarriles (Thomas)	US\$/t	4.50 ^{e/}
12. Ferrocarriles (LD-LD/AC)	US\$/t	3.15 ^{f/}
13. Cal	ton	30.00
14. Refractarios (horno solera abierta)	US\$/t	4.00 ^{g/}
15. Refractarios (horno eléctrico de afino)	US\$/t	1.50 a 2.00 ^{d/s/}
16. Refractarios L.D.	US\$/t	0.80 ^{h/}
17. Refractarios (convertidor LD/AC)	US\$/t	1.00 ^{i/}
18. Refractarios (convertidor Thomas)	US\$/t	1.00 ^{j/}
19. Jornales medios directos	h.h.	1.50
20. Fuel oil	ton	20.00
21. Gas natural	1 000m ³	12.00 ^{k/}
22. Gas de alto horno	1 000m ³	1.17 ^{l/}
23. Gas de coquería	1 000m ³	4.50 ^{m/}
24. Vapor	ton	2.10
25. Oxígeno	m ³	variable ^{n/}
26. Elaboración del sinter	US\$/t	0.80 ^{o/}
27. Electrodo de pasta	kg	0.13
28. Electrodo de grafito	kg	0.60
29. Sulfato de amonio	ton	50.00 ^{p/}
30. Bencol purificado	ton	150.00 ^{q/}
31. Bencol motor	ton	130.00 ^{r/}
32. Toluol	ton	130.00 ^{s/}
33. Xilol	ton	100.00 ^{t/}
34. Aceite de alquitrán	ton	40.00 ^{u/}
35. Alquitrán combustible	ton	20.00 ^{v/}
36. Naftalina	ton	80.00 ^{w/}
37. Escoria Thomas o similar	ton	12.00
38. Chatarra adquirida	ton	variable ^{k/}

^{a/} 65% de hierro.^{b/} 47% de hierro.^{c/} Gasto en ferrocarriles en dólares por tonelada de acero afinado.^{d/} Gasto en refractarios en dólares por tonelada de acero afinado.^{e/} El precio de 1.50 corresponde a arrabio de bajo fósforo y el de 2.00 a alto fósforo.^{f/} Gas de 9 200 calorías.^{g/} Valorizado por su equivalente como combustible gaseoso de 9 200 calorías.^{h/} Variable según la capacidad de la planta. Ver gráfico.^{i/} Costo directo sin gastos generales ni cargas de capital.^{j/} Precios uniformes estimados por comparación con el importado.^{k/} Se suponen iguales que los de recirculación, que representan el 90 por ciento del costo del cambio en la recirculación.

Cuadro I

PRECIOS DE LOS ELEMENTOS DE COSTOS

(Dólares corrientes)

Elementos de costos	Unidad	Precio puesto planta (dólares)
1. Mineral de hierro de bajo fósforo	ton	9.50 ^{a/}
2. Mineral de hierro de alto fósforo	ton	7.00 ^{b/}
3. Mineral de manganeso de 25%	ton	30.00
4. Carbón de piedra	ton	18.00
5. Piedra caliza	ton	7.00
6. Agua de enfriamiento	m ³	0.005
7. Energía hidroeléctrica	kwh	0.005
8. Energía termoeléctrica	kwh	0.016
9. Ferrocarriles (solera abierta)	US\$/t	3.60 ^{c/}
10. Ferrocarriles (horno eléctrico de afino)	US\$/t	2.25 ^{d/}
11. Ferrocarriles (Thomas)	US\$/t	4.50 ^{e/}
12. Ferrocarriles (LD-LD/AC)	US\$/t	3.15 ^{f/}
13. Cal	ton	30.00
14. Refractarios (horno solera abierta)	US\$/t	4.00 ^{g/}
15. Refractarios (horno eléctrico de afino)	US\$/t	1.50 a 2.00 ^{d/s/}
16. Refractarios L.D.	US\$/t	0.80 ^{h/}
17. Refractarios (convertidor LD/AC)	US\$/t	1.00 ^{i/}
18. Refractarios (convertidor Thomas)	US\$/t	1.00 ^{j/}
19. Jornales medios directos	h.h.	1.50
20. Fuel oil	ton	20.00
21. Gas natural	1 000m ³	12.00 ^{f/}
22. Gas de alto horno	1 000m ³	1.17 ^{g/}
23. Gas de coquería	1 000m ³	4.50 ^{g/}
24. Vapor	ton	2.10
25. Oxígeno	m ³	variable h/
26. Elaboración del sinter	US\$/t	0.80 ^{i/}
27. Electrodo de pasta	kg	0.13
28. Electrodo de grafito	kg	0.60
29. Sulfato de amonio	ton	50.00 ^{j/}
30. Bencol purificado	ton	150.00 ^{j/}
31. Bencol motor	ton	130.00 ^{j/}
32. Toluol	ton	130.00 ^{j/}
33. Xilol	ton	100.00 ^{j/}
34. Aceite de alquitrán	ton	40.00 ^{j/}
35. Alquitrán combustible	ton	20.00 ^{j/}
36. Naftalina	ton	80.00 ^{j/}
37. Escoria Thomas o similar	ton	12.00
38. Chatarra adquirida	ton	variable k/

a/ 65% de hierro.

b/ 47% de hierro.

c/ Gasto en ferrocarriles en dólares por tonelada de acero afinado.

d/ Gasto en refractarios en dólares por tonelada de acero afinado.

e/ El precio de 1.50 corresponde a arrabio de bajo fósforo y el de 2.00 a alto fósforo.

f/ Gas de 9 200 calorías.

g/ Valorizado por su equivalente como combustible gaseoso de 9 200 calorías.

h/ Variable según la capacidad de la planta. Ver gráfico.

i/ Costo directo sin gastos generales ni cargas de capital.

j/ Precios uniformes estimados por comparación con el importado.

k/ Se suponen iguales que los de recirculación, que representan el 90 por ciento del costo del cambio en la reacción.

COSTOS DE REDUCCION DE MINERALES EN PLANTAS HIPOTETICAS (MINERALES DE BAJO FOSFORO)

(Dólares corrientes por tonelada de arrabio o esponja)

Capacidad (miles de toneladas)		100				200									
Proceso	Unidad	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico						
Detalle		Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial						
		Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo						
1. Mineral de hierro	t	1.08	18.78	1.125	10.69	1.08	10.69	1.08	10.69						
2. Sínter	t	0.475	5.94	0.495	6.20	0.475	5.94	0.475	5.94						
3. Combustible	t	0.5	6.75	680 g/	8.16	0.5	6.75	0.5	6.75						
4. Caliza	t	0.145	0.35	0.04 b/	1.32	0.145	0.35	0.05	0.35						
5. Crédito por gas	-	-	-2.20	g/	-0.12	-	-2.00	-	-2.20						
6. Costo de acopio	-	-	23.68	-	26.25	-	28.30	-	23.68						
7. Jornales directos	h/h	1.85	3.75	1.00	1.5	0.95	1.43	1.85	2.77						
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	2.35	-	0.35	-	1.40	-	1.25						
9. Total sueldos y jornales	-	-	6.10	-	1.85	-	2.83	-	4.02						
10. Agua de enfriamiento	m ³	25	0.13	9	0.05	20	0.10	25	0.13						
11. Abonos netos	kg	50	1.56	-	-	50	1.00	12	1.56						
12. Fuel oil y electrodos	kg	5.6	6.5	-	5.27	-	3.78	2 000	4.13						
13. Reparaciones y gastos varios	kw/h	25	10.0	-	-	-	-	-	10.0						
14. Energía eléctrica	m ³	25	0.62	-	5.32	-	5.48	-	16.12						
15. Oxígeno	-	-	7.35	-	33.42	-	36.61	-	43.82						
16. Total costos de conversión	-	-	47.97	-	4.16	-	7.78	-	5.50						
17. Costo directo	-	-	40.83	-	37.58	-	44.99	-	49.32						
18. Cargas de capital	-	-	8.56	-	-	-	-	-	-						
19. Costo total	-	-	49.39	-	37.58	-	44.99	-	49.32						
300															
Capacidad (miles de toneladas)		400				500				800					
Proceso	Unidad	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	
Detalle		Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	
		Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	
1. Mineral de hierro	t	1.08	18.78	1.125	10.69	1.08	10.69	1.08	10.26	1.08	10.26	1.08	10.26	1.08	
2. Sínter	t	0.475	5.94	0.495	6.20	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	
3. Combustible	t	0.5	6.75	680 g/	8.16	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	
4. Caliza	t	0.145	0.35	0.04 b/	1.32	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	
5. Crédito por gas	-	-	-2.20	g/	-0.12	-	-2.00	-	-2.00	-	-2.00	-	-2.00	-	
6. Costo de acopio	-	-	23.68	-	26.25	-	28.30	-	28.30	-	28.30	-	28.30	-	
7. Jornales directos	h/h	1.35	2.02	0.4	0.60	1.25	0.42	1.25	0.32	1.25	0.32	1.25	0.32		
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.66	-	0.25	-	0.71	-	0.48	-	0.67	-	0.46		
9. Total sueldos y jornales	-	-	2.68	-	0.85	-	1.13	-	2.35	-	0.99	-	2.23		
10. Agua de enfriamiento	m ³	18	0.13	9	0.05	25	0.08	25	0.13	25	0.08	25	0.13		
11. Abonos netos	kg	50	1.56	-	-	50	1.00	12	1.56	50	1.00	12	1.56		
12. Fuel oil y electrodos	kg	5.6	6.5	-	5.27	-	3.78	2 000	4.13	2 000	4.13	2 000	4.13		
13. Reparaciones y gastos varios	kw/h	25	10.0	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-	10.0		
14. Energía eléctrica	m ³	25	0.62	-	5.32	-	5.48	-	16.12	-	16.12	-	31.03		
15. Oxígeno	-	-	7.35	-	33.42	-	36.61	-	43.82	-	43.82	-	3.41		
16. Total costos de conversión	-	-	47.97	-	4.16	-	7.78	-	5.50	-	5.50	-	34.44		
17. Costo directo	-	-	40.83	-	37.58	-	44.99	-	49.32	-	49.32	-	34.44		
18. Cargas de capital	-	-	8.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19. Costo total	-	-	49.39	-	37.58	-	44.99	-	49.32	-	49.32	-	34.44		
800															
Capacidad (miles de toneladas)		400				500				800					
Proceso	Unidad	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	
Detalle		Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	
		Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	
1. Mineral de hierro	t	1.08	18.78	1.125	10.69	1.08	10.26	1.08	10.26	1.08	10.26	1.08	10.26	1.08	
2. Sínter	t	0.475	5.94	0.495	6.20	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	5.94	0.475	
3. Combustible	t	0.5	6.75	680 g/	8.16	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	6.75	0.5	
4. Caliza	t	0.145	0.35	0.04 b/	1.32	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	0.35	0.145	
5. Crédito por gas	-	-	-2.20	g/	-0.12	-	-2.00	-	-2.00	-	-2.00	-	-2.00	-	
6. Costo de acopio	-	-	23.68	-	26.25	-	28.30	-	28.30	-	28.30	-	28.30	-	
7. Jornales directos	h/h	1.35	2.02	0.4	0.60	1.25	0.42	1.25	0.32	1.25	0.32	1.25	0.32		
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.66	-	0.25	-	0.71	-	0.48	-	0.67	-	0.46		
9. Total sueldos y jornales	-	-	2.68	-	0.85	-	1.13	-	2.35	-	0.99	-	2.23		
10. Agua de enfriamiento	m ³	18	0.13	9	0.05	25	0.08	25	0.13	25	0.08	25	0.13		
11. Abonos netos	kg	50	1.56	-	-	50	1.00	12	1.56	50	1.00	12	1.56		
12. Fuel oil y electrodos	kg	5.6	6.5	-	5.27	-	3.78	2 000	4.13	2 000	4.13	2 000	4.13		
13. Reparaciones y gastos varios	kw/h	25	10.0	-	-	-	-	-	10.0	-	-	-	10.0		
14. Energía eléctrica	m ³	25	0.62	-	5.32	-	5.48	-	16.12	-	16.12	-	31.03		
15. Oxígeno	-	-	7.35	-	33.42	-	36.61	-	43.82	-	43.82	-	3.41		
16. Total costos de conversión	-	-	47.97	-	4.16	-	7.78	-	5.50	-	5.50	-	34.44		
17. Costo directo	-	-	40.83	-	37.58	-	44.99	-	49.32	-	49.32	-	34.44		
18. Cargas de capital	-	-	8.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
19. Costo total	-	-	49.39	-	37.58	-	44.99	-	49.32	-	49.32	-	34.44		

COSTOS DE REDUCCION DE MINERALES EN PLANTAS HIPOTETICAS (MINERALES DE BAJO FOSFORO)

(Dólares corrientes por tonelada de arrabio o esponja)

Capacidad (miles de toneladas)		100				200							
Proceso	Detalle	Unidad	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Horno eléctrico				
			Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial				
			Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo				
1.	Mineral de hierro	t	1.08	18.78	10.69	1.08	18.78	10.69	1.08				
2.	Sínter	t	0.475	6.20	6.20	0.475	6.20	6.20	0.475				
3.	Combustible	t	0.5	6.75	8.16	0.5	6.75	8.16	0.5				
4.	Caliza	t	0.145	0.35	1.32	0.145	0.35	1.32	0.145				
5.	Crédito por gas	-	-	-2.20	-0.12	-	-2.20	-0.12	-				
6.	Costo de acopio	-	-	23.68	26.25	-	23.68	26.25	-				
7.	Jornales directos	h/h	1.85	3.75	1.5	0.95	1.85	1.5	0.95				
8.	Jornales y sueldos indirectos	-	-	2.35	0.35	-	1.40	0.35	-				
9.	Total sueldos y jornales	-	-	6.10	1.85	-	2.83	1.85	-				
10.	Agua de enfriamiento	m ³	25	0.13	0.05	20	0.13	0.05	25				
11.	Abonos netos	kg	50	1.56	-	50	1.56	-	50				
12.	Fuel oil y electrodos	kg	5.6	6.5	5.27	-	3.78	5.27	-				
13.	Reparaciones y gastos varios	-	-	10.0	-	-	10.0	-	-				
14.	Energía eléctrica	kwh	25	0.62	-	-	5.48	-	-				
15.	Oxígeno	m ³	-	7.35	5.32	-	36.61	5.32	-				
16.	Total costos de conversión	-	-	47.97	33.42	-	7.78	43.82	-				
17.	Costo directo	-	-	5.94	4.16	-	5.50	4.16	-				
18.	Cargas de capital	-	-	8.56	37.58	-	44.99	37.58	-				
19.	Costo total	-	-	53.91	80.00	-	53.91	80.00	-				
Capacidad (miles de toneladas)													
		400				500				800			
Proceso	Detalle	Unidad	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico	Reducción directa	Alto horno	Horno eléctrico
			Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial	Consumo especial
			Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo
1.	Mineral de hierro	t	1.08	18.78	10.69	1.08	18.78	10.69	1.08	18.78	10.69	1.08	18.78
2.	Sínter	t	0.475	6.20	6.20	0.475	6.20	6.20	0.475	6.20	6.20	0.475	6.20
3.	Combustible	t	0.5	6.75	8.16	0.5	6.75	8.16	0.5	6.75	8.16	0.5	6.75
4.	Caliza	t	0.145	0.35	1.32	0.145	0.35	1.32	0.145	0.35	1.32	0.145	0.35
5.	Crédito por gas	-	-	-2.20	-0.12	-	-2.20	-0.12	-	-2.20	-0.12	-	-2.20
6.	Costo de acopio	-	-	23.68	26.25	-	23.68	26.25	-	23.68	26.25	-	23.68
7.	Jornales directos	h/h	1.35	2.02	0.4	1.25	1.87	0.42	1.25	1.87	0.42	1.25	1.87
8.	Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.66	0.25	-	0.48	0.25	-	0.48	0.25	-	0.48
9.	Total sueldos y jornales	-	-	2.68	0.85	-	2.35	0.85	-	2.35	0.85	-	2.35
10.	Agua de enfriamiento	m ³	18	0.13	0.05	25	0.13	0.05	25	0.13	0.05	25	0.13
11.	Abonos netos	kg	50	1.56	-	50	1.56	-	50	1.56	-	50	1.56
12.	Fuel oil y electrodos	kg	5.6	6.5	5.27	-	3.78	5.27	-	3.78	5.27	-	3.78
13.	Reparaciones y gastos varios	-	-	10.0	-	-	10.0	-	-	10.0	-	-	10.0
14.	Energía eléctrica	kwh	25	0.62	-	-	5.48	-	-	5.48	-	-	5.48
15.	Oxígeno	m ³	-	7.35	5.32	-	36.61	5.32	-	36.61	5.32	-	36.61
16.	Total costos de conversión	-	-	47.97	33.42	-	7.78	43.82	-	7.78	43.82	-	7.78
17.	Costo directo	-	-	5.94	4.16	-	5.50	4.16	-	5.50	4.16	-	5.50
18.	Cargas de capital	-	-	8.56	37.58	-	44.99	37.58	-	44.99	37.58	-	44.99
19.	Costo total	-	-	53.91	80.00	-	53.91	80.00	-	53.91	80.00	-	53.91

Proceso	500				800				1 000				
	Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		
	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	
Detalle	Unidad												
1. Mineral de hierro	t	1.480	10.36	22.51	10.36	1.480	22.51	1.480	10.36	1.480	22.51	1.480	10.36
2. Sínter	t	0.650	6.80	7.35	6.80	0.650	7.35	0.650	6.80	0.650	7.35	0.650	6.80
3. Combustible	t	0.770	20.15	0.080	20.15	0.770	0.080	0.770	20.15	0.770	0.080	0.770	20.15
4. Caliza	t	0.360	2.52	0.56	2.52	0.360	0.56	0.360	2.52	0.360	0.56	0.360	2.52
5. Crédito por gas	-	-	-2.69	-2.40	-2.69	-	-2.40	-	-2.69	-	-2.40	-	-2.69
6. Costos de acopio	-	-	37.14	28.02	37.14	-	28.02	-	37.14	-	28.02	-	37.14
7. Jornales directos	h/h	0.36	0.54	1.40	0.54	0.36	1.40	0.36	0.54	0.36	1.40	0.36	0.54
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.91	0.69	0.69	0.91	0.69	0.91	0.69	0.91	0.69	0.91	0.69
9. Total sueldos y jornales	-	-	1.45	2.79	2.79	1.45	2.79	1.45	2.79	1.45	2.79	1.45	2.79
10. Agua de enfriamiento	m ³	24	0.12	0.15	0.12	24	0.15	24	0.12	24	0.15	24	0.12
11. Abomos netos	-	-	1.00	1.95	1.95	1.00	1.95	1.00	1.95	1.00	1.95	1.00	1.95
12. Fuel oil y electrodos	kg	50	2.71	3.56	2.6	50	3.56	50	2.6	50	3.56	50	2.6
13. Reparaciones y gastos varios	-	-	-	12.00	12.00	-	12.00	-	12.00	-	12.00	-	12.00
14. Energía eléctrica	kwh	33	0.75	17.66	4.41	33	17.66	33	0.75	33	17.66	33	0.75
15. Oxígeno	m ³	-	4.58	48.47	42.80	-	48.47	-	42.80	-	48.47	-	42.80
16. Total costos de conversión	-	-	7.14	54.17	54.17	7.14	54.17	7.14	54.17	7.14	54.17	7.14	54.17
17. Costo directo	-	-	50.31	48.24	48.24	50.31	48.24	50.31	48.24	50.31	48.24	50.31	48.24
18. Cargas de capital	-	-	-	5.00	5.00	-	5.00	-	5.00	-	5.00	-	5.00
19. Costo total	-	-	50.31	53.24	53.24	50.31	53.24	50.31	53.24	50.31	53.24	50.31	53.24

Proceso	1 500				2 000				2 500				
	Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		
	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	
Detalle	Unidad												
1. Mineral de hierro	t	1.480	10.36	22.51	10.36	1.480	22.51	1.480	10.36	1.480	22.51	1.480	10.36
2. Sínter	t	0.650	6.80	7.35	6.80	0.650	7.35	0.650	6.80	0.650	7.35	0.650	6.80
3. Combustible	t	0.770	20.15	0.080	20.15	0.770	0.080	0.770	20.15	0.770	0.080	0.770	20.15
4. Caliza	t	0.360	2.52	0.56	2.52	0.360	0.56	0.360	2.52	0.360	0.56	0.360	2.52
5. Crédito por gas	-	-	-2.69	-2.40	-2.69	-	-2.40	-	-2.69	-	-2.40	-	-2.69
6. Costos de acopio	-	-	37.14	28.02	37.14	-	28.02	-	37.14	-	28.02	-	37.14
7. Jornales directos	h/h	0.23	0.35	1.07	0.35	0.23	1.07	0.23	0.35	0.23	1.07	0.23	0.35
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
9. Total sueldos y jornales	-	-	0.95	2.37	2.37	0.95	2.37	0.95	2.37	0.95	2.37	0.95	2.37
10. Agua de enfriamiento	m ³	20	0.10	0.15	0.10	20	0.15	20	0.10	20	0.15	20	0.10
11. Abomos netos	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12. Fuel oil y electrodos	kg	50	2.20	3.10	2.20	50	3.10	50	2.20	50	3.10	50	2.20
13. Reparaciones y gastos varios	-	-	-	12.00	12.00	-	12.00	-	12.00	-	12.00	-	12.00
14. Energía eléctrica	kwh	33	0.60	17.20	4.36	33	17.20	33	0.60	33	17.20	33	0.60
15. Oxígeno	m ³	-	41.99	47.59	43.85	-	47.59	-	43.85	-	47.59	-	43.85
16. Total costos de conversión	-	-	50.31	47.14	47.14	50.31	47.14	50.31	47.14	50.31	47.14	50.31	47.14
17. Costo directo	-	-	48.24	46.38	46.38	48.24	46.38	48.24	46.38	48.24	46.38	48.24	46.38
18. Cargas de capital	-	-	-	5.00	5.00	-	5.00	-	5.00	-	5.00	-	5.00
19. Costo total	-	-	48.24	51.95	51.95	48.24	51.95	48.24	51.95	48.24	51.95	48.24	51.95

a/ Gas natural de 9 200 calorías por metro cúbico.

b/ Grafito.

c/ Crédito por exceso de vapor.

Proceso	500				600				1 000				
	Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		
	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	
Detalle	Unidad												
1. Mineral de hierro	t	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36
2. Sínter	t	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80
3. Combustible	t	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15
4. Caliza	t	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52
5. Crédito por gas	-	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69
6. Costos de acopio	-	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14
7. Jornales directos	h/h	0.36	0.54	0.36	0.54	0.36	0.54	0.36	0.54	0.36	0.54	0.36	0.54
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.91	-	0.91	-	0.91	-	0.91	-	0.91	-	0.91
9. Total sueldos y jornales	-	-	1.45	-	1.45	-	1.45	-	1.45	-	1.45	-	1.45
10. Agua de enfriamiento	m ³	24	0.12	30	0.15	22	0.11	30	0.15	20	0.10	30	0.15
11. Abomos netos	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00
12. Fuel oil y electrodos	kg	50	2.71	15	1.95	50	2.6	15	1.95	50	2.37	15	1.95
13. Reparaciones y gastos varios	-	-	-	-	3.56	-	2.6	-	3.45	-	2.37	-	3.33
14. Energía eléctrica	kwh	33	-	2 400	12.00	33	-	2 400	12.00	33	-	2 400	12.00
15. Oxígeno	m ³	-	0.75	-	0.70	-	0.70	-	0.70	-	0.66	-	0.66
16. Total costos de conversión	-	-	4.58	-	4.41	-	4.41	-	4.55	-	4.12	-	4.12
17. Costo directo	-	-	43.17	-	42.80	-	42.80	-	48.24	-	48.24	-	48.03
18. Cargas de capital	-	-	7.14	-	6.04	-	6.04	-	5.00	-	5.00	-	4.69
19. Costo total	-	-	50.31	-	48.84	-	48.84	-	53.24	-	53.24	-	52.72

Proceso	1 500				2 000				2 500				
	Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		Alto horno		Horno eléctrico		
	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	
Detalle	Unidad												
1. Mineral de hierro	t	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36	1.480	10.36
2. Sínter	t	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80	0.650	6.80
3. Combustible	t	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15	0.770	20.15
4. Caliza	t	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52	0.360	2.52
5. Crédito por gas	-	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69	-	-2.69
6. Costos de acopio	-	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14	-	37.14
7. Jornales directos	h/h	0.23	0.35	0.23	0.35	0.23	0.35	0.23	0.35	0.23	0.35	0.23	0.35
8. Jornales y sueldos indirectos	-	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60
9. Total sueldos y jornales	-	-	0.95	-	0.95	-	0.95	-	0.95	-	0.95	-	0.95
10. Agua de enfriamiento	m ³	20	0.10	30	0.15	20	0.10	30	0.15	20	0.10	30	0.15
11. Abomos netos	-	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00
12. Fuel oil y electrodos	kg	50	2.20	15	1.95	50	2.20	15	1.95	50	2.20	15	1.95
13. Reparaciones y gastos varios	-	-	-	-	3.10	-	1.90	-	3.10	-	1.90	-	3.10
14. Energía eléctrica	kwh	33	-	2 400	12.00	33	-	2 400	12.00	33	-	2 400	12.00
15. Oxígeno	m ³	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60	-	0.60
16. Total costos de conversión	-	-	3.90	-	3.90	-	3.90	-	3.90	-	3.90	-	3.90
17. Costo directo	-	-	41.99	-	41.99	-	41.99	-	47.59	-	47.59	-	47.59
18. Cargas de capital	-	-	5.15	-	4.36	-	4.36	-	4.85	-	4.85	-	4.55
19. Costo total	-	-	47.14	-	47.14	-	47.14	-	51.95	-	51.95	-	46.38

a/ Gas natural de 9 200 calorías por metro cúbico.

b/ Grafito.

c/ Crédito por exceso de vapor.

Cuadro V
COSTO DEL ACERO EN PLANTAS HIPOTÉTICAS DE DIFERENTES CAPACIDADES

Detalle	Proceso	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
			Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
			Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
<u>Capacidad 100 000 toneladas</u>														
1.	Arrabio líquido a/	t	0.749	36.99	0.723	35.71	0.788	38.92	1.122	69.14	0.781	48.12	0.273	44.55
2.	Chatarra b/	t	0.321	14.26	0.310	13.77	0.340	15.11	0.016	0.89	0.344	19.07	0.310	17.19
3.	Míneral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4.	Ferroleaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5.	Total costo material ferroso	-	-	55.61	-	52.88	-	57.18	-	74.53	-	70.34	-	65.32
6.	Jornales directos	h.h.	3.75	5.62	2.62	3.93	2.10	3.15	1.88	2.82	2.32	3.48	2.62	3.93
7.	Sueldos y jornales indirectos	-	-	2.45	-	2.17	-	2.23	-	2.18	-	2.26	-	2.22
8.	Total sueldos y jornales	-	-	8.07	-	6.10	-	5.38	-	5.00	-	5.74	-	6.15
9.	Combustibles o/	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Refractarios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	10.0	1.00	10.0	1.00	20.0	2.00
11.	Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12.	Caliza o eal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	130.0	3.90	100.0	3.00	80.0	2.40
13.	Óxígeno	m3	30	0.73	-	-	50	1.23	-	-	55	1.35	-	-
14.	Electrodos	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15.	Materiales, servicios y gastos generales	-	-	7.24	-	4.80	-	5.00	-	5.10	-	5.00	-	5.30
16.	Total otros costos de conversión	-	-	14.48	-	12.75	-	8.53	-	10.00	-	10.35	-	15.10
17.	Total costos directos	-	-	78.16	-	71.73	-	71.09	-	89.53	-	86.43	-	86.57
18.	Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19.	Cargas de capital	-	-	6.74	-	5.78	-	4.52	-	3.91	-	4.95	-	6.74
20.	Costo total	-	-	84.90	-	77.51	-	75.61	-	91.13	-	89.07	-	91.10

Cuadro V
 COSTO DEL ACERO EN PLANTAS HIPOTÉTICAS DE DIFERENTES CAPACIDADES

Detalle	Proceso	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
			Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
			Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
<u>Capacidad 100 000 toneladas</u>														
1.	Arrabio líquido a/	t	0.749	36.99	0.723	35.71	0.788	38.92	1.122	69.14	0.781	48.12	0.273	44.55
2.	Chatarra b/	t	0.321	14.26	0.310	13.77	0.340	15.11	0.016	0.89	0.344	19.07	0.310	17.19
3.	Míneral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4.	Ferroleaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5.	Total costo material ferroso	-	-	55.61	-	52.88	-	57.18	-	74.53	-	70.34	-	65.32
6.	Jornales directos	h.h.	3.75	5.62	2.62	3.93	2.10	3.15	1.88	2.82	2.32	3.48	2.62	3.93
7.	Sueldos y jornales indirectos	-	-	2.45	-	2.17	-	2.23	-	2.18	-	2.26	-	2.22
8.	Total sueldos y jornales	-	-	8.07	-	6.10	-	5.38	-	5.00	-	5.74	-	6.15
9.	Combustibles o/	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Refractarios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	10.0	1.00	10.0	1.00	20.0	2.00
11.	Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12.	Caliza o eal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	130.0	3.90	100.0	3.00	80.0	2.40
13.	Óxígeno	m3	30	0.73	-	-	50	1.23	-	-	55	1.35	-	-
14.	Electrodos	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15.	Materiales, servicios y gastos generales	-	-	7.24	-	4.80	-	5.00	-	5.10	-	5.00	-	5.30
16.	Total otros costos de conversión	-	-	14.48	-	12.75	-	8.53	-	10.00	-	10.35	-	15.10
17.	Total costos directos	-	-	78.16	-	71.73	-	71.09	-	89.53	-	86.43	-	86.57
18.	Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19.	Cargas de capital	-	-	6.74	-	5.78	-	4.52	-	3.91	-	4.95	-	6.74
20.	Costo total	-	-	84.90	-	77.51	-	75.61	-	91.13	-	89.07	-	91.10

Cuadro V (continuación 2)

Detalle	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
Capacidad 400 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	30.64	0.723	29.57	0.788	32.24	0.906	46.63	0.721	40.20	0.723	37.26
2. Chatarra b/	t	0.321	11.82	0.310	11.41	0.340	12.51	0.227	10.51	0.344	15.93	0.310	14.35
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4. Ferroaleaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5. Total costo material ferroso	-	-	46.82	-	44.38	-	47.00	-	61.64	-	52.28	-	55.19
6. Jornales directos	h.h.	1.85	2.77	1.27	1.99	1.04	1.56	0.93	1.40	1.15	1.73	1.27	2.90
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	1.33	-	1.16	-	1.28	-	1.86	-	1.28	-	1.21
8. Total sueldos y jornales	-	-	4.10	-	3.06	-	2.84	-	3.26	-	3.01	-	3.11
9. Combustibles o/	kg	83.50	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractarios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. Caliza o cal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. Oxígeno	m ³	30	0.70	-	-	50	1.16	25	0.58	55	1.28	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	6.20	-	3.80	-	4.00	-	4.10	-	4.00	-	4.30
16. Total otros costos de conversión	-	-	13.41	-	11.75	-	7.46	-	9.18	-	9.28	-	14.10
17. Total costos directos	-	-	64.33	-	59.19	-	58.20	-	74.08	-	71.57	-	72.40
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. Cargas de capital	-	-	5.34	-	4.73	-	3.44	-	3.20	-	3.56	-	5.51
20. Costo total	-	-	69.67	-	63.92	-	61.64	-	74.27	-	72.62	-	75.60

Cuadro V (continuación 2)

Detalle	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
Capacidad 400 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	30.64	0.723	29.57	0.788	32.24	0.906	46.63	0.721	40.20	0.723	37.26
2. Chatarra b/	t	0.321	11.82	0.310	11.41	0.340	12.51	0.227	10.51	0.344	15.93	0.310	14.35
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4. Ferroaleaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5. Total costo material ferroso	-	-	46.82	-	44.38	-	47.00	-	61.64	-	52.28	-	55.19
6. Jornales directos	h.h.	1.85	2.77	1.27	1.99	1.04	1.56	0.93	1.40	1.15	1.73	1.27	2.90
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	1.33	-	1.16	-	1.28	-	1.86	-	1.28	-	1.21
8. Total sueldos y jornales	-	-	4.10	-	3.06	-	2.84	-	3.26	-	3.01	-	3.11
9. Combustibles y jornales	kg	83.50	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractarios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. Caliza o cal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. Oxígeno	m ³	30	0.70	-	-	50	1.16	25	0.58	55	1.28	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	6.20	-	3.80	-	4.00	-	4.10	-	4.00	-	4.30
16. Total otros costos de conversión	-	-	13.41	-	11.75	-	7.46	-	9.18	-	9.28	-	14.10
17. Total costos directos	-	-	64.33	-	59.19	-	58.20	-	74.08	-	71.57	-	72.40
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. Cargas de capital	-	-	5.34	-	4.73	-	3.44	-	3.20	-	3.56	-	5.51
20. Costo total	-	-	69.67	-	63.92	-	61.64	-	74.27	-	72.62	-	75.60

Cuadro V (continuación 4)

Proceso	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Sciera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
Capacidad 800 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0,749	28,76	0,723	27,78	0,788	30,25	0,906	44,25	0,781	38,14	0,773	35,31
2. Chatarra b/	t	0,321	11,09	0,310	10,71	0,340	11,75	0,227	10,04	0,344	15,21	0,310	13,71
3. Mineral de hierro	kg	80,0	0,76	120,0	1,15	-	-	-	-	-	-	140,0	1,33
4. Ferroneaciones	kg	8,0	3,69	5,0	1,25	7,0	3,15	10,0	4,50	7,0	3,15	5,0	2,25
5. Total costo material ferroso	-	-	44,21	-	41,88	-	45,15	-	58,79	-	56,50	-	52,60
6. Jornales directos	h.h.	1,55	2,33	1,09	1,64	0,87	1,30	0,78	1,17	0,96	1,44	1,09	1,64
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	0,95	-	0,78	-	0,90	-	0,88	-	0,90	-	0,93
8. Total sueldos y jornales	-	-	2,28	-	2,42	-	2,20	-	2,05	-	2,34	-	2,47
9. Combustibles g/	kg	83,5	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractarios	kg	40,0	4,00	15,0	1,50	8,0	0,80	12,0	1,20	10,0	1,00	20,0	2,00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2,25	-	-	-	-	-	-	480	2,40
12. Caliza o cal	kg	120,0	0,84	50,0	1,50	50,0	1,50	110,0	3,30	100,0	3,00	80,0	2,40
13. Oxígeno	m ³	30,0	0,64	-	-	50,0	1,07	25	0,53	55	1,17	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4,50	2,70	-	-	-	-	-	-	5,0	3,00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	5,60	-	3,20	-	3,40	-	3,50	-	3,40	-	3,70
16. Total otros costos de conversión	-	-	12,75	-	11,15	-	6,77	-	8,53	-	8,57	-	13,50
17. Total costos directos	-	-	60,24	-	55,45	-	54,12	-	69,37	-	67,40	-	68,57
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,31	-	-2,31	-	-2,11
19. Cargas de capital	-	-	3,86	-	3,54	-	2,58	-	2,40	-	2,50	-	4,14
20. Costo total	-	-	64,10	-	58,99	-	56,70	-	69,46	-	67,59	-	70,60

Cuadro V (continuación 4)

Proceso	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Sciera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
Capacidad 800 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0,749	28,76	0,723	27,78	0,788	30,25	0,906	44,25	0,781	38,14	0,773	35,31
2. Chatarra b/	t	0,321	11,09	0,310	10,71	0,340	11,75	0,227	10,04	0,344	15,21	0,310	13,71
3. Mineral de hierro	kg	80,0	0,76	120,0	1,15	-	-	-	-	-	-	140,0	1,33
4. Ferroneaciones	kg	8,0	3,69	5,0	1,25	7,0	3,15	10,0	4,50	7,0	3,15	5,0	2,25
5. Total costo material	-	-	44,21	-	41,88	-	45,15	-	58,79	-	56,50	-	52,60
6. Jornales directos	h.h.	1,55	2,33	1,09	1,64	0,87	1,30	0,78	1,17	0,96	1,44	1,09	1,64
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	0,95	-	0,78	-	0,90	-	0,88	-	0,90	-	0,93
8. Total sueldos y jornales	-	-	2,28	-	2,42	-	2,20	-	2,05	-	2,34	-	2,47
9. Combustibles g/	kg	83,5	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractarios	kg	40,0	4,00	15,0	1,50	8,0	0,80	12,0	1,20	10,0	1,00	20,0	2,00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2,25	-	-	-	-	-	-	480	2,40
12. Caliza o cal	kg	120,0	0,84	50,0	1,50	50,0	1,50	110,0	3,30	100,0	3,00	80,0	2,40
13. Oxígeno	m ³	30,0	0,64	-	-	50,0	1,07	25	0,53	55	1,17	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4,50	2,70	-	-	-	-	-	-	5,0	3,00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	5,60	-	3,20	-	3,40	-	3,50	-	3,40	-	3,70
16. Total otros costos de conversión	-	-	12,75	-	11,15	-	6,77	-	8,53	-	8,57	-	13,50
17. Total costos directos	-	-	60,24	-	55,45	-	54,12	-	69,37	-	67,40	-	68,57
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,31	-	-2,31	-	-2,11
19. Cargas de capital	-	-	3,86	-	3,54	-	2,58	-	2,40	-	2,50	-	4,14
20. Costo total	-	-	64,10	-	58,99	-	56,70	-	69,46	-	67,59	-	70,60

Cuadro V (continuación 6)

Detalle	Unidad	Proceso				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	27.45	0.723	26.50	0.788	28.87	0.906	42.71	0.781	36.62	0.723	34.08
2. Chatarra b/	t	0.321	10.59	0.310	10.23	0.340	11.22	0.227	3.54	0.344	14.63	0.310	13.18
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	2.33
4. Ferrolecciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5. Total costo material ferroso	-	-	42.40	-	40.13	-	43.25	-	56.75	-	54.60	-	51.84
6. Jornales directos	h.h.	1.17	1.76	0.85	1.28	0.60	1.00	0.50	0.89	0.73	1.10	0.82	1.23
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	0.80	-	0.69	-	0.75	-	0.61	-	0.75	-	0.68
8. Total sueldos y jornales	-	-	2.56	-	1.97	-	1.75	-	1.50	-	1.85	-	1.91
9. Combustibles c/	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractorios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. Caliza o cal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. Orígeno	m3	30	0.55	-	-	50	0.91	25	0.45	55	1.00	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	5.35	-	3.00	-	3.15	-	3.25	-	3.15	-	3.45
16. Total otros costos de conversión	-	-	12.41	-	10.25	-	6.36	-	8.20	-	8.15	-	13.25
17. Total costos directos	-	-	57.37	-	53.05	-	51.26	-	66.45	-	64.60	-	67.00
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. Cargas de capital	-	-	2.75	-	2.71	-	2.00	-	1.92	-	2.21	-	3.30
20. Costo total	-	-	60.12	-	55.76	-	53.36	-	66.06	-	64.50	-	67.92

Capacidad 1 500 000 toneladas

Cuadro V (continuación 6)

Detalle	Unidad	Proceso				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		L.D.		Thomas		LD/AC		Horno eléctrico	
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	27.45	0.723	26.50	0.788	28.87	0.906	42.71	0.781	36.62	0.723	34.08
2. Chatarra b/	t	0.321	10.59	0.310	10.23	0.340	11.22	0.227	3.54	0.344	14.63	0.310	13.18
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	2.33
4. Ferroleaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.15	10.0	4.50	7.0	3.15	5.0	2.25
5. Total costo material ferroso	-	-	42.40	-	40.13	-	43.25	-	56.75	-	54.60	-	51.84
6. Jornales directos	h.h.	1.17	1.76	0.85	1.28	0.60	1.00	0.50	0.89	0.73	1.10	0.82	1.23
7. Sueldos y jornales indirectos	-	-	0.80	-	0.69	-	0.75	-	0.61	-	0.75	-	0.68
8. Total sueldos y jornales	-	-	2.56	-	1.97	-	1.75	-	1.50	-	1.85	-	1.91
9. Combustibles g/	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractorios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. Caliza o cal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. Orígeno	m3	30	0.55	-	-	50	0.91	25	0.45	55	1.00	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. Materiales y servicios, gastos generales	-	-	5.35	-	3.00	-	3.15	-	3.25	-	3.15	-	3.45
16. Total otros costos de conversión	-	-	12.41	-	10.25	-	6.36	-	8.20	-	8.15	-	13.25
17. Total costos directos	-	-	57.37	-	53.05	-	51.26	-	66.45	-	64.60	-	67.00
18. Crédito por escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. Cargas de capital	-	-	2.75	-	2.71	-	2.00	-	1.92	-	2.21	-	3.30
20. Costo total	-	-	60.12	-	55.76	-	53.36	-	66.06	-	64.50	-	67.92

Capacidad 1 500 000 toneladas

Cuadro V (conclusión)

Detalle	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		Thomas		LD/AC					
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo				
Capacidad 2 500 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	26.38	0.723	23.46	0.788	27.75	0.906	41.42	0.781	35.71	0.723	33.06
2. Chatarra b/	t	0.321	10.18	0.310	9.83	0.340	10.78	0.227	9.41	0.344	14.26	0.310	12.85
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4. Ferrocarriles	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.13	10.0	4.50	7.0	3.15	3.0	2.25
5. <u>Total costo material</u>													
ferroso	-	-	40.92	-	38.69	-	41.68	-	55.33	-	53.12	-	49.49
6. <u>Jornales directos</u>	h.h.	0.70	1.05	0.49	0.74	0.39	0.53	0.35	0.53	0.43	0.65	0.49	0.74
7. <u>Sueldos y jornales indirectos</u>	-	-	0.60	-	0.50	-	0.55	-	0.40	-	0.50	-	0.50
8. <u>Total sueldos y jornales</u>	-	-	1.65	-	1.24	-	1.14	-	0.92	-	1.15	-	1.24
9. Combustibles g/	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Refractarios	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. Energía eléctrica	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. Caliza o cal	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. Oxígeno	m3	30	0.50	-	-	50	0.83	25	0.41	55	0.91	-	-
14. Electrodo	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. <u>Materiales y servicios, gastos generales</u>	-	-	5.10	-	2.80	-	2.90	-	3.00	-	2.80	-	3.15
16. <u>Total otros costos de conversión</u>	-	-	12.11	-	10.75	-	6.03	-	7.91	-	7.71	-	12.95
17. <u>Total costos directos</u>	-	-	54.68	-	50.68	-	48.85	-	64.17	-	51.98	-	53.68
18. <u>Crédito por escoria</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. <u>Cargas de capital</u>	-	-	2.59	-	2.55	-	1.83	-	1.80	-	2.08	-	3.10
20. <u>Costo total</u>	-	-	57.27	-	53.29	-	50.73	-	63.06	-	61.75	-	64.47

E/CV. 12/766
 12/766
 99

a/ Arrabio líquido proveniente de alto horno.
 b/ Incluye chatarra adquirida entre 10 kg y 247 kg. (Caso coqueada continua).
 c/ En kilogramos equivalente petróleo 9 100 calorías.
 d/ Caliza.

Cuadro V (conclusión)

Detalle	Unidad	Bajo fósforo				Alto fósforo							
		Solera abierta		Horno eléctrico		Thomas		LD/AC					
		Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo	Consumo específico	Costo				
Capacidad 2 500 000 toneladas													
1. Arrabio líquido a/	t	0.749	26.38	0.723	23.46	0.788	27.75	0.906	41.42	0.781	35.71	0.723	33.06
2. Chatarra b/	t	0.321	10.18	0.310	9.83	0.340	10.78	0.227	9.41	0.344	14.26	0.310	12.85
3. Mineral de hierro	kg	80.0	0.76	120.0	1.15	-	-	-	-	-	-	140.0	1.33
4. Ferrocaciones	kg	8.0	3.60	5.0	2.25	7.0	3.13	10.0	4.50	7.0	3.15	3.0	2.25
5. <u>Total costo material</u>													
ferroso	-	-	40.92	-	38.69	-	41.68	-	55.33	-	53.12	-	49.49
6. <u>Jornales directos</u>	h.h.	0.70	1.05	0.49	0.74	0.39	0.53	0.35	0.53	0.43	0.65	0.49	0.74
7. <u>Sueldos y jornales indirectos</u>	-	-	0.60	-	0.50	-	0.55	-	0.40	-	0.50	-	0.50
8. <u>Total sueldos y jornales</u>	-	-	1.65	-	1.24	-	1.14	-	0.92	-	1.15	-	1.24
9. <u>Combustibles g/</u>	kg	83.5	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. <u>Refractarios</u>	kg	40.0	4.00	15.0	1.50	8.0	0.80	12.0	1.20	10.0	1.00	20.0	2.00
11. <u>Energía eléctrica</u>	kwh	-	-	450	2.25	-	-	-	-	-	-	480	2.40
12. <u>Caliza o cal</u>	kg	120.0	0.84	50.0	1.50	50.0	1.50	110.0	3.30	100.0	3.00	80.0	2.40
13. <u>Oxígeno</u>	m3	30	0.50	-	-	50	0.83	25	0.41	55	0.91	-	-
14. <u>Electrodos</u>	kg	-	-	4.5	2.70	-	-	-	-	-	-	5.0	3.00
15. <u>Materiales y servicios, gastos generales</u>	-	-	5.10	-	2.80	-	2.90	-	3.00	-	2.80	-	3.15
16. <u>Total otros costos de conversión</u>	-	-	12.11	-	10.75	-	6.03	-	7.91	-	7.71	-	12.95
17. <u>Total costos directos</u>	-	-	54.68	-	50.68	-	48.85	-	64.17	-	51.98	-	53.68
18. <u>Crédito por escoria</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.31	-	-2.31	-	-2.31
19. <u>Cargas de capital</u>	-	-	2.59	-	2.55	-	1.83	-	1.80	-	2.08	-	3.10
20. <u>Costo total</u>	-	-	57.27	-	53.29	-	50.73	-	63.06	-	61.75	-	64.47

E/CN. 12/766
 19
 99

a/ Arrabio líquido proveniente de alto horno.
 b/ Incluye chatarra adquirida entre 10 kg y 247 kg. (Caso coqueada continua).
 c/ En kilogramos equivalente petróleo 9 100 calorías.
 d/ Caliza.

Cuadro VII
 CUADRO RESUMEN DE LOS COSTOS DE ELABORACION DEL ACERO CON DISTINTAS CALIDADES
 DE ARRABIO Y POR DIVERSOS PROCESOS DE REDUCCION Y APINO
 (Dólares por tonelada de acero)

Proceso	Bajo fósforo				Alto fósforo							
	Solera abierta		L.D.		Horno eléctrico		Thomas		LD/AC			
Detalle	Alto horno eléctrico	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico		
Total materias primas	55.61	60.23	57.18	62.04	52.88	57.41	44.02	74.53	77.38	72.52	65.32	67.85
<u>Costo total</u>	<u>84.90</u>	<u>89.50</u>	<u>75.61</u>	<u>80.47</u>	<u>77.51</u>	<u>82.04</u>	<u>77.62</u>	<u>91.13</u>	<u>93.98</u>	<u>82.07</u>	<u>91.10</u>	<u>93.53</u>
Total materias primas	50.43	55.50	51.39	57.10	47.87	52.82	40.56	66.57	71.37	67.33	59.50	62.55
<u>Costo total</u>	<u>77.75</u>	<u>82.23</u>	<u>68.41</u>	<u>74.12</u>	<u>70.92</u>	<u>75.94</u>	<u>72.98</u>	<u>82.00</u>	<u>86.80</u>	<u>81.31</u>	<u>83.61</u>	<u>86.66</u>
Total materias primas	46.82	52.65	47.90	54.05	44.38	50.01	-	61.64	65.77	59.28	55.19	58.88
<u>Costo total</u>	<u>69.67</u>	<u>75.50</u>	<u>61.64</u>	<u>67.79</u>	<u>63.92</u>	<u>69.55</u>	-	<u>74.97</u>	<u>79.17</u>	<u>72.82</u>	<u>75.60</u>	<u>79.31</u>
Total materias primas	45.59	51.75	46.94	53.00	43.20	49.06	-	60.36	64.65	58.02	53.95	57.86
<u>Costo total</u>	<u>67.21</u>	<u>73.37</u>	<u>59.74</u>	<u>65.82</u>	<u>61.69</u>	<u>67.55</u>	-	<u>72.25</u>	<u>76.54</u>	<u>70.66</u>	<u>73.30</u>	<u>77.18</u>
Total materias primas	44.21	50.97	45.15	52.28	41.88	48.40	-	58.79	63.62	56.50	52.60	57.02
<u>Costo total</u>	<u>64.10</u>	<u>70.86</u>	<u>56.70</u>	<u>63.83</u>	<u>58.99</u>	<u>65.42</u>	-	<u>69.46</u>	<u>74.29</u>	<u>67.50</u>	<u>70.60</u>	<u>74.82</u>
Total materias primas	43.53	50.60	35.38	51.88	41.16	48.04	-	57.85	63.03	55.56	51.73	56.43
<u>Costo total</u>	<u>62.54</u>	<u>69.66</u>	<u>56.34</u>	<u>62.76</u>	<u>57.68</u>	<u>64.56</u>	-	<u>68.03</u>	<u>73.21</u>	<u>66.38</u>	<u>68.88</u>	<u>73.58</u>
Total materias primas	42.40	49.52	43.25	50.80	40.13	47.10	-	56.75	62.18	54.60	51.84	55.64
<u>Costo total</u>	<u>60.12</u>	<u>67.94</u>	<u>53.36</u>	<u>60.91</u>	<u>55.76</u>	<u>62.73</u>	-	<u>66.06</u>	<u>76.88</u>	<u>64.50</u>	<u>67.99</u>	<u>71.75</u>
Total materias primas	41.57	-	42.37	-	39.32	-	-	56.06	-	53.83	50.14	-
<u>Costo total</u>	<u>58.45</u>	-	<u>51.84</u>	-	<u>54.30</u>	-	-	<u>65.77</u>	-	<u>62.91</u>	<u>65.58</u>	-
Total materias primas	40.92	-	41.68	-	38.69	-	-	55.33	-	53.12	49.49	-
<u>Costo total</u>	<u>57.27</u>	-	<u>50.73</u>	-	<u>53.23</u>	-	-	<u>63.66</u>	-	<u>61.75</u>	<u>64.47</u>	-

FE/CN. 12/766
 101

Cuadro VII
 CUADRO RESUMEN DE LOS COSTOS DE ELABORACION DEL ACERO CON DISTINTAS CALIDADES
 DE ARRABIO Y POR DIVERSOS PROCESOS DE REDUCCION Y APINO
 (Dólares por tonelada de acero)

Proceso	Bajo fósforo				Alto fósforo							
	Solera abierta		L.D.		Horno eléctrico		Thomas		LD/AC			
Detalle	Alto horno eléctrico	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico	Alto horno	Horno eléctrico		
Total materias primas	55.61	60.23	57.18	62.04	52.88	57.41	44.02	74.53	77.38	72.52	65.32	67.85
<u>Costo total</u>	<u>84.90</u>	<u>89.50</u>	<u>75.61</u>	<u>80.47</u>	<u>77.51</u>	<u>82.04</u>	<u>77.62</u>	<u>91.13</u>	<u>93.98</u>	<u>82.07</u>	<u>91.10</u>	<u>93.53</u>
Total materias primas	50.43	55.50	51.39	57.10	47.87	52.82	40.56	66.57	71.37	64.12	59.50	62.55
<u>Costo total</u>	<u>77.75</u>	<u>82.23</u>	<u>68.41</u>	<u>74.12</u>	<u>70.92</u>	<u>75.94</u>	<u>72.98</u>	<u>82.00</u>	<u>86.80</u>	<u>81.31</u>	<u>83.61</u>	<u>86.66</u>
Total materias primas	46.82	52.65	47.90	54.05	44.38	50.01	-	61.64	65.77	59.28	55.19	58.88
<u>Costo total</u>	<u>69.67</u>	<u>75.50</u>	<u>61.64</u>	<u>67.79</u>	<u>63.92</u>	<u>69.55</u>	-	<u>74.97</u>	<u>79.17</u>	<u>72.82</u>	<u>75.60</u>	<u>79.31</u>
Total materias primas	45.59	51.75	46.94	53.00	43.20	49.06	-	60.36	64.65	58.02	53.95	57.86
<u>Costo total</u>	<u>67.21</u>	<u>73.37</u>	<u>59.74</u>	<u>65.82</u>	<u>61.69</u>	<u>67.55</u>	-	<u>72.25</u>	<u>76.54</u>	<u>70.66</u>	<u>73.30</u>	<u>77.18</u>
Total materias primas	44.21	50.97	45.15	52.28	41.88	48.40	-	58.79	63.62	56.50	52.60	57.02
<u>Costo total</u>	<u>64.10</u>	<u>70.86</u>	<u>56.70</u>	<u>63.83</u>	<u>58.99</u>	<u>65.42</u>	-	<u>69.46</u>	<u>74.29</u>	<u>67.50</u>	<u>70.60</u>	<u>74.82</u>
Total materias primas	43.53	50.60	35.38	51.88	41.16	48.04	-	57.85	63.03	55.56	51.73	56.43
<u>Costo total</u>	<u>62.54</u>	<u>69.66</u>	<u>56.34</u>	<u>62.76</u>	<u>57.68</u>	<u>64.56</u>	-	<u>68.03</u>	<u>73.21</u>	<u>66.38</u>	<u>68.88</u>	<u>73.58</u>
Total materias primas	42.40	49.52	43.25	50.80	40.13	47.10	-	56.75	62.18	54.60	51.84	55.64
<u>Costo total</u>	<u>60.12</u>	<u>67.94</u>	<u>53.36</u>	<u>60.91</u>	<u>55.76</u>	<u>62.73</u>	-	<u>66.06</u>	<u>76.88</u>	<u>64.50</u>	<u>67.99</u>	<u>71.75</u>
Total materias primas	41.57	-	42.37	-	39.32	-	-	56.06	-	53.83	50.14	-
<u>Costo total</u>	<u>58.45</u>	-	<u>51.84</u>	-	<u>54.30</u>	-	-	<u>65.77</u>	-	<u>62.91</u>	<u>65.58</u>	-
Total materias primas	40.92	-	41.68	-	38.69	-	-	55.33	-	53.12	49.49	-
<u>Costo total</u>	<u>57.27</u>	-	<u>50.73</u>	-	<u>53.23</u>	-	-	<u>63.66</u>	-	<u>61.75</u>	<u>64.47</u>	-

FE/CN. 12/766
 101

Cuadro IX

INVERSION EN EL TALLER DE LAMINACION DE PRODUCTOS PLANOS PARA
DIFERENTES CAPACIDADES Y ESTRUCTURAS TECNICAS

(Dólares corrientes por tonelada año de capacidad
de producción de laminados planos)

Capacidad	Desbaste y laminación	Colada continua y laminación ^{a/}
100 000	484.0	418.0
200 000	428.9	371.4
400 000	330.0	290.9
500 000	287.2	256.4
800 000	220.0	210.1
1 000 000	199.1	176.0
1 500 000	193.9	170.4
2 000 000	187.0	-
2 500 000	178.1	-

^{a/} Incluye instalaciones para desgasificar máquinas de colada continua.

Cuadro IX

INVERSION EN EL TALLER DE LAMINACION DE PRODUCTOS PLANOS PARA
DIFERENTES CAPACIDADES Y ESTRUCTURAS TECNICAS

(Dólares corrientes por tonelada año de capacidad
de producción de laminados planos)

Capacidad	Desbaste y laminación	Colada continua y laminación ^{a/}
100 000	484.0	418.0
200 000	428.9	371.4
400 000	330.0	290.9
500 000	287.2	256.4
800 000	220.0	210.1
1 000 000	199.1	176.0
1 500 000	193.9	170.4
2 000 000	187.0	-
2 500 000	178.1	-

^{a/} Incluye instalaciones para desgasificar máquinas de colada continua.

Cuadro

COSTOS DE LAMINACION DE PERFILES EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES

Estrategia técnica: alto horno, solera eléctrica, deslucido, laminación perfiles

Detalle	Perfiles comerciales pequeños y alambre										Perfiles comerciales medianos		
	100	200	300	300	400	500	Consumo espe- oficio	Costo	Consumo espe- oficio	Costo	Consumo espe- oficio	Costo	Consumo espe- oficio
1. Acero en lingotes	1 235	1 235	1 235	1 235	1 342	1 342	96.02	91.02	98.90	1 342	93.50	1 342	90.19
2. Combustibles (gas de alto horno o equivalente)	-	1.11	-	1.11	-	-	1.11	-	0.95	-	0.95	-	0.95
3. Crédito por chatarra	0.176	-7.82	0.176	-7.03	0.176	-6.74	-7.03	0.176	-9.81	0.256	-9.42	0.256	-9.15
4. Total materias primas	-	98.14	-	90.10	-	85.99	90.10	-	90.04	-	95.03	-	81.96
5. Jornales de laminación	3.10	4.65	2.45	3.68	2.05	3.07	3.68	2.05	2.70	1.80	2.25	1.30	1.95
6. Jornales de conservación y varios	-	1.35	-	0.90	-	0.80	0.90	-	0.90	-	0.80	-	0.45
7. Total sueldos y jornales	-	6.00	-	4.58	-	3.87	4.58	-	3.60	-	3.05	-	2.40
8. Refractarios y repuestos	-	1.70	-	1.65	-	1.60	1.65	-	1.60	-	1.60	-	1.60
9. Materiales y servicios de conservación y gastos generales	-	4.40	-	3.90	-	3.50	3.90	-	3.40	-	2.20	-	2.05
10. Energía eléctrica	-	2.30	-	2.30	-	2.30	2.30	-	2.30	-	2.30	-	2.30
11. Total materiales y servicios	-	8.40	-	7.85	-	7.40	7.85	-	7.30	-	6.10	-	5.95
12. Costo directo	-	112.54	-	102.53	-	96.66	102.53	-	100.94	-	94.18	-	90.34
13. Cargas de capital	-	12.18	-	11.26	-	10.39	11.26	-	11.38	-	10.80	-	9.90
14. Costo total	-	124.72	-	113.79	-	107.05	113.79	-	112.32	-	104.98	-	100.24

Cuadro

COSTOS DE LAMINACION DE PERFILES EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES

Estrategia técnica: alto horno, solera eléctrica, deslucido, laminación perfiles

Detalle	Perfiles comerciales pequeños y alambre				Perfiles comerciales medianos							
	100	200	300	300	400	500	400	500				
Capacidad (miles de toneladas)	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio	Consumo espe- oficio				
	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo				
1. Acero en lingotes	1 235	104.85	1 235	96.02	1 235	91.02	1 342	99.90	1 342	93.50	1 342	90.19
2. Combustibles (gas de alto horno o equivalente)	-	1.11	-	1.11	-	1.11	-	0.95	-	0.95	-	0.95
3. Crédito por chatarra	0.176	-7.82	0.176	-7.03	0.176	-6.74	0.256	-9.81	0.256	-9.42	0.256	-9.15
4. Total materias primas	-	98.14	-	90.10	-	85.39	-	90.04	-	95.03	-	81.96
5. Jornales de laminación	3.10	4.65	2.45	3.68	2.05	3.07	1.80	2.70	1.50	2.25	1.30	1.95
6. Jornales de conservación y varios	-	1.35	-	0.90	-	0.80	-	0.90	-	0.80	-	0.45
7. Total sueldos y jornales	-	6.00	-	4.58	-	3.87	-	3.60	-	3.05	-	2.40
8. Refractarios y repuestos	-	1.70	-	1.65	-	1.60	-	1.60	-	1.60	-	1.60
9. Materiales y servicios de conservación y gastos generales	-	4.40	-	3.90	-	3.50	-	3.40	-	2.20	-	2.05
10. Energía eléctrica	-	2.30	-	2.30	-	2.30	-	2.30	-	2.30	-	2.30
11. Total materiales y servicios	-	8.40	-	7.85	-	7.40	-	7.30	-	6.10	-	5.95
12. Costo directo	-	112.54	-	102.53	-	96.66	-	100.94	-	94.18	-	90.34
13. Cargas de capital	-	12.18	-	11.26	-	10.39	-	11.38	-	10.80	-	9.90
14. Costo total	-	124.72	-	113.79	-	107.05	-	112.32	-	104.98	-	100.44

Quadro XIII
 COSTO DE LAMINACION DE CHAPAS EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES
 (Plantas hipotéticas - dólares por tonelada)

Estructura Técnica: Altos hornos - solera abierta - laminación de chapas

Detalle	Unidad	100		200		400		500		800		1 000		1 500		2 000		2 500	
		Con- suma cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo
1. Acero en lingotes	t	1.66	140.92	1.66	129.06	1.51	105.20	1.51	101.42	1.45	92.95	1.39	86.93	1.39	83.56	1.39	81.25	1.39	79.61
2. Combustibles (gas de alto horno o equivalente)	-	-	2.01	-	2.01	-	1.48	-	1.48	-	1.67	-	1.54	-	1.54	-	1.54	-	1.54
3. Crédito por chatarra	t	0.500	-22.22	0.500	-19.97	0.383	-14.10	0.383	-13.69	0.383	-11.68	0.293	-9.54	0.293	-9.66	0.293	-9.46	0.293	-9.29
4. Total materias primas	-	-	120.71	-	111.10	-	92.58	-	89.28	-	82.24	-	78.53	-	75.44	-	73.33	-	71.86
5. Jornales de laminación	h.h.c.	7.95	11.92	6.45	9.67	3.20	4.80	2.85	4.27	2.31	3.46	2.01	3.02	1.70	2.55	1.59	2.39	1.48	2.22
6. Jornales de conservación y varios	h.h.	2.40	3.60	1.95	2.93	0.95	1.42	0.90	1.35	0.70	1.05	0.60	0.90	0.50	0.75	0.48	0.72	0.45	0.78
7. Total sueldos y jornales	-	-	15.52	-	12.60	-	6.22	-	5.62	-	4.51	-	3.92	-	3.30	-	3.11	-	2.90
8. Refractarios y repuestos	-	-	3.60	-	3.40	-	3.60	-	3.60	-	3.20	-	2.85	-	2.70	-	2.95	-	2.60
9. Materiales, servicios y gastos generales	-	-	3.20	-	2.40	-	1.72	-	1.70	-	1.65	-	1.60	-	1.50	-	1.40	-	1.30
10. Energía eléctrica	kwh	-	5.50	-	5.45	-	5.35	-	5.30	-	3.75	-	3.30	-	3.10	-	3.10	-	3.10
11. Total materiales y otros	-	-	12.30	-	11.25	-	10.67	-	10.60	-	8.60	-	7.75	-	7.30	-	7.15	-	7.00
12. Total costos directos	-	-	148.53	-	134.95	-	103.47	-	105.50	-	96.45	-	90.20	-	86.04	-	83.59	-	81.76
13. Cargos de capital	-	-	43.56	-	38.60	-	29.70	-	25.85	-	19.00	-	17.92	-	17.37	-	16.83	-	16.03
14. Costo total	-	-	192.09	-	173.55	-	132.47	-	131.35	-	115.85	-	108.12	-	103.41	-	100.42	-	97.79

Quadro XIII
 COSTO DE LAMINACION DE CHAPAS EN PLANTAS DE DISTINTAS CAPACIDADES
 (Plantas hipotéticas - dólares por tonelada)

Estructura Técnica: Altos hornos - solera abierta - laminación de chapas

Detalle	Unidad	100		200		400		500		800		1 000		1 500		2 000		2 500	
		Con- suma cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo	Con- suma espe- cifi- co	Costo
1. Acero en lingotes	t	1.66	140.92	1.66	129.06	1.51	105.20	1.51	101.42	1.45	92.95	1.39	86.93	1.39	83.56	1.39	81.25	1.39	79.61
2. Combustibles (gas de alto horno o equivalente)	-	-	2.01	-	2.01	-	1.48	-	1.48	-	1.67	-	1.54	-	1.54	-	1.54	-	1.54
3. Crédito por chatarra	t	0.500	-22.22	0.500	-19.97	0.383	-14.10	0.383	-13.69	0.383	-11.68	0.293	-9.54	0.293	-9.66	0.293	-9.46	0.293	-9.29
4. Total materias primas	-	-	120.71	-	111.10	-	92.58	-	89.28	-	82.24	-	78.53	-	75.44	-	73.33	-	71.86
5. Jornales de laminación	h.h.c.	7.95	11.92	6.45	9.67	3.20	4.80	2.85	4.27	2.31	3.46	2.01	3.02	1.70	2.55	1.59	2.39	1.48	2.22
6. Jornales de conservación y varios	h.h.	2.40	3.60	1.95	2.93	0.95	1.42	0.90	1.35	0.70	1.05	0.60	0.90	0.50	0.75	0.48	0.72	0.45	0.78
7. Total sueldos y jornales	-	-	15.52	-	12.60	-	6.22	-	5.62	-	4.51	-	3.92	-	3.30	-	3.11	-	2.90
8. Refractarios y repuestos	-	-	3.60	-	3.40	-	3.60	-	3.60	-	3.20	-	2.85	-	2.70	-	2.95	-	2.60
9. Materiales, servicios y gastos generales	-	-	3.20	-	2.40	-	1.72	-	1.70	-	1.65	-	1.60	-	1.50	-	1.40	-	1.30
10. Energía eléctrica	kwh	-	5.50	-	5.45	-	5.35	-	5.30	-	3.75	-	3.30	-	3.10	-	3.10	-	3.10
11. Total materiales y otros	-	-	12.30	-	11.25	-	10.67	-	10.60	-	8.60	-	7.75	-	7.30	-	7.15	-	7.00
12. Total costos directos	-	-	148.53	-	134.95	-	103.47	-	105.50	-	96.45	-	90.20	-	86.04	-	83.59	-	81.76
13. Cargos de capital	-	-	43.56	-	38.60	-	29.70	-	25.85	-	19.80	-	17.92	-	17.37	-	16.83	-	16.03
14. Costo total	-	-	192.09	-	173.55	-	133.17	-	131.35	-	115.85	-	108.12	-	103.41	-	100.42	-	97.79

Cuadro XV
 COSTOS DE PRODUCCION DE CHAPAS Y HOJALATA EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES,
 A PARTIR DE PLANCHONES OBTENIDOS EN MÁQUINAS DE COLADA CONTINUA

(Dólares por tonelada)

Detalle	Unidad	100		200		400		500		800		1 000		1 500	
		Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo
1. Planchuelas de colada continua	t	1.428	118.92	1.428	108.23	1.351	93.87	1.351	90.42	1.234	78.52	1.205	75.88	1.205	71.29
2. Combustible (gas de alto horno o equivalente)	-	-	1.44	-	1.44	-	0.96	-	0.96	-	1.18	-	1.08	-	1.08
3. Crédito por chatarra	t	0.320	-14.22	0.320	-12.78	0.264	-9.72	0.264	-9.44	0.176	-6.08	0.154	-5.22	0.154	-5.08
4. <u>Total costo materias primas</u>	-	-	106.14	-	96.89	-	85.11	-	81.94	-	73.62	-	69.74	-	67.29
5. Jornales de laminación	h.h.	6.70	10.05	5.40	8.10	2.60	3.90	2.40	3.60	2.05	3.08	1.80	2.70	1.50	2.25
6. Jornales de conservación y varios	h.h.	2.01	3.02	1.62	2.43	0.78	1.17	0.72	1.08	0.62	0.93	0.54	0.81	0.45	0.68
7. <u>Total sueldos y jornales</u>	-	-	13.07	-	10.53	-	5.07	-	4.68	-	4.01	-	3.51	-	2.93
8. Refractarios y repuestos	-	-	2.60	-	2.60	-	2.80	-	2.80	-	2.40	-	2.08	-	2.08
9. Materiales, servicios y gastos generales	-	-	1.98	-	1.32	-	1.08	-	1.08	-	1.05	-	1.00	-	0.95
10. Energía eléctrica	-	-	4.80	-	4.80	-	4.32	-	4.32	-	3.36	-	2.80	-	2.80
11. <u>Total de materiales y otros</u>	-	-	9.38	-	8.72	-	8.20	-	8.20	-	6.81	-	5.83	-	5.83
12. <u>Total costos directos</u>	-	-	128.59	-	115.24	-	98.36	-	94.82	-	84.44	-	79.13	-	76.05
13. Cargas de capital	-	-	35.64	-	31.68	-	24.75	-	21.78	-	17.82	-	14.85	-	14.35
14. <u>Costo total</u>	-	-	164.23	-	147.92	-	123.13	-	116.60	-	102.26	-	93.98	-	90.40

Cuadro XV
 COSTOS DE PRODUCCION DE CHAPAS Y HOJALATA EN PLANTAS DE DIFERENTES CAPACIDADES ANUALES,
 A PARTIR DE PLANCHONES OBTENIDOS EN MARIINAS DE COLADA CONTINUA

(Dólares por tonelada)

Detalle	Unidad	100		200		400		500		800		1 000		1 500	
		Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo	Con- sumo espe- cifi- co	Costo
1. Planchuelas de colada continua	t	1.428	118.92	1.428	108.23	1.351	93.87	1.351	90.42	1.234	78.52	1.205	75.88	1.205	71.29
2. Combustible (gas de alto horno o equivalente)	-	-	1.44	-	1.44	-	0.96	-	0.96	-	1.18	-	1.08	-	1.08
3. Crédito por chatarra	t	0.320	-14.22	0.320	-12.78	0.264	-9.72	0.264	-9.44	0.176	-6.08	0.154	-5.22	0.154	-5.08
4. <u>Total costo materias primas</u>	-	-	106.14	-	96.89	-	85.11	-	81.94	-	73.62	-	69.74	-	67.29
5. Jornales de laminación	h.h.	6.70	10.05	5.40	8.10	2.60	3.90	2.40	3.60	2.05	3.08	1.80	2.70	1.50	2.25
6. Jornales de conservación y varios	h.h.	2.01	3.02	1.62	2.43	0.78	1.17	0.72	1.08	0.62	0.93	0.54	0.81	0.45	0.68
7. <u>Total sueldos y jornales</u>	-	-	13.07	-	10.53	-	5.07	-	4.68	-	4.01	-	3.51	-	2.93
8. Refractarios y repuestos	-	-	2.60	-	2.60	-	2.80	-	2.80	-	2.40	-	2.08	-	2.08
9. Materiales, servicios y gastos generales	-	-	1.98	-	1.32	-	1.08	-	1.08	-	1.05	-	1.00	-	0.95
10. Energía eléctrica	-	-	4.80	-	4.80	-	4.32	-	4.32	-	3.36	-	2.80	-	2.80
11. <u>Total de materiales y otros</u>	-	-	9.38	-	8.72	-	8.20	-	8.20	-	6.81	-	5.83	-	5.83
12. <u>Total costos directos</u>	-	-	128.59	-	115.54	-	98.36	-	94.82	-	84.44	-	79.13	-	76.05
13. Cargas de capital	-	-	35.64	-	31.68	-	24.75	-	21.78	-	17.82	-	14.85	-	14.35
14. <u>Costo total</u>	-	-	164.23	-	147.22	-	123.13	-	116.60	-	102.26	-	93.98	-	90.40

Cuadro XVIII

COMPARACION DE COSTOS DE ACERO LAMINADO EN PERFILES COMERCIALES PEQUEÑOS
Y ALAMBRE EN PLANTAS DE DISTINTAS ESTRUCTURAS

Capacidad anual		100 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	104.83	93.38	85.22	83.04	90.40	95.86	85.34
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-7.82	-7.82	-4.89	-4.89	-4.89	-5.95	-3.72
4. Total materias primas	98.12	86.67	80.88	78.70	86.06	91.02	82.17
5. Total jornales	6.00	6.00	7.32	7.80	7.32	6.00	7.32
6. Total materiales y servicios	8.40	8.40	6.50	6.50	6.50	8.40	6.50
7. Costo directo	112.52	101.07	94.70	93.00	99.88	105.42	95.99
8. Cargas de capital	12.18	12.18	7.97	8.05	7.97	12.18	7.97
9. <u>Costo total</u>	<u>124.40</u>	<u>113.25</u>	<u>102.67</u>	<u>101.05</u>	<u>107.85</u>	<u>117.60</u>	<u>103.96</u>

Capacidad anual		200 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	96.02	84.49	77.87	74.91	83.53	89.02	79.11
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-7.03	-7.03	-4.39	-4.39	-4.39	-5.46	-3.41
4. Total materias primas	90.10	78.57	74.03	71.07	79.69	84.67	76.25
5. Total jornales	4.58	4.58	5.35	5.47	5.35	4.58	5.35
6. Total materiales y servicios	7.85	7.85	6.15	6.15	6.15	7.85	6.15
7. Costo directo	102.53	91.00	85.53	82.69	91.19	97.10	87.75
8. Cargas de capital	11.26	11.26	7.25	7.27	7.25	11.26	7.25
9. <u>Costo total</u>	<u>113.79</u>	<u>102.26</u>	<u>92.78</u>	<u>89.96</u>	<u>98.44</u>	<u>108.36</u>	<u>95.00</u>

Capacidad anual		300 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	91.02	84.48	73.79	71.27	79.75	85.01	75.67
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-6.74	-6.74	-4.22	-3.83	-4.22	-5.09	-3.18
4. Total materias primas	85.39	78.85	70.12	67.99	76.08	81.03	73.04
5. Total jornales	3.87	3.87	4.37	4.37	4.37	3.87	4.37
6. Total materiales y servicios	7.40	7.40	5.55	5.55	5.55	7.40	5.55
7. Costo directo	96.66	90.12	80.04	77.91	86.00	92.30	82.96
8. Cargas de capital	10.39	10.39	6.16	6.88	6.76	10.39	6.76
9. <u>Costo total</u>	<u>107.05</u>	<u>100.51</u>	<u>86.80</u>	<u>84.79</u>	<u>92.76</u>	<u>102.69</u>	<u>89.72</u>

Notas: AH = Alto horno - SM = Solera abierta (Siemens - Martin) - HE = Horno eléctrico, de acería - AHE = Horno eléctrico de reducción - RD = Reducción directa - CC = Colada continua
PER = Laminación perfiles y alambón - LD = Convertidor L.D.

Cuadro XVIII

COMPARACION DE COSTOS DE ACERO LAMINADO EN PERFILES COMERCIALES PEQUEÑOS
Y ALAMBRE EN PLANTAS DE DISTINTAS ESTRUCTURAS

Capacidad anual		100 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	104.83	93.38	85.22	83.04	90.40	95.86	85.34
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-7.82	-7.82	-4.89	-4.89	-4.89	-5.95	-3.72
4. Total materias primas	98.12	86.67	80.88	78.70	86.06	91.02	82.17
5. Total jornales	6.00	6.00	7.32	7.80	7.32	6.00	7.32
6. Total materiales y servicios	8.40	8.40	6.50	6.50	6.50	8.40	6.50
7. Costo directo	112.52	101.07	94.70	93.00	99.88	105.42	95.99
8. Cargas de capital	12.18	12.18	7.97	8.05	7.97	12.18	7.97
9. <u>Costo total</u>	<u>124.40</u>	<u>113.25</u>	<u>102.67</u>	<u>101.05</u>	<u>107.85</u>	<u>117.60</u>	<u>103.96</u>

Capacidad anual		200 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	96.02	84.49	77.87	74.91	83.53	89.02	79.11
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-7.03	-7.03	-4.39	-4.39	-4.39	-5.46	-3.41
4. Total materias primas	90.10	78.57	74.03	71.07	79.69	84.67	76.25
5. Total jornales	4.58	4.58	5.35	5.47	5.35	4.58	5.35
6. Total materiales y servicios	7.85	7.85	6.15	6.15	6.15	7.85	6.15
7. Costo directo	102.53	91.00	85.53	82.69	91.19	97.10	87.75
8. Cargas de capital	11.26	11.26	7.25	7.27	7.25	11.26	7.25
9. <u>Costo total</u>	<u>113.79</u>	<u>102.26</u>	<u>92.78</u>	<u>89.96</u>	<u>98.44</u>	<u>108.36</u>	<u>95.00</u>

Capacidad anual		300 000					
Estructura técnica	AH-SM PER	AH-LD PER	AH-HE-CC PER	AH-LD-CC PER	AHE-HE-CC PER	RD-HE PER	RD-HE-CC PER
1. Consumo de lingotes	91.02	84.48	73.79	71.27	79.75	85.01	75.67
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.11	1.11	0.55	0.55	0.55	1.11	0.55
3. Créditos p/chatarra	-6.74	-6.74	-4.22	-3.83	-4.22	-5.09	-3.18
4. Total materias primas	85.39	78.85	70.12	67.99	76.08	81.03	73.04
5. Total jornales	3.87	3.87	4.37	4.37	4.37	3.87	4.37
6. Total materiales y servicios	7.40	7.40	5.55	5.55	5.55	7.40	5.55
7. Costo directo	96.66	90.12	80.04	77.91	86.00	92.30	82.96
8. Cargas de capital	10.39	10.39	6.16	6.88	6.76	10.39	6.76
9. <u>Costo total</u>	<u>107.05</u>	<u>100.51</u>	<u>86.80</u>	<u>84.79</u>	<u>92.76</u>	<u>102.69</u>	<u>89.72</u>

Notas: AH = Alto horno - SM = Solera abierta (Siemens - Martin) - HE = Horno eléctrico, de acería - AHE = Horno eléctrico de reducción - RD = Reducción directa - CC = Colada continua
PER = Laminación perfiles y alambón - LD = Convertidor L.D.

Cuadro XIX

COMPARACION DE COSTOS DE ACERO LAMINADO EN PERFILES MEDIANOS EN PLANTAS DE DISTINTAS ESTRUCTURAS

Estructura técnica	300 000			400 000			500 000		
	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER
1. Consumo de lingotes	98.90	105.82	103.35	99.50	101.43	97.72	100.61	98.38	94.83
2. Combustible (gas a horno)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
3. Créditos por chatarra	-9.81	-12.40	-12.40	-9.42	-11.86	-11.86	-11.86	-11.59	-11.59
4. Total materias primas	90.04	95.33	91.90	85.03	90.52	86.81	89.70	87.74	82.19
5. Total jornales	3.60	3.60	3.60	3.05	3.05	3.05	3.05	2.40	2.40
6. Total materiales y servicios	7.30	7.30	7.30	6.10	6.10	6.10	6.10	5.95	5.95
7. Costo directo	100.94	106.27	102.80	94.18	99.67	95.96	98.85	96.09	92.54
8. Cargas de capital	11.38	11.38	11.38	10.80	10.80	10.80	10.80	9.90	9.90
9. Costo total	112.32	117.64	114.18	104.98	110.47	106.76	109.65	105.99	102.44

Referencias:

- a/ Consumo de lingotes: 100/200 000 t: 1.66 t/t
 400/500 000 t: 1.51 t/t
 800 000 t: 1.45 t/t
 1 000 000/1 500 000 t: 1.39 t/t
- b/ Para 100/200 000 t: 500 kg
 Para 400/500 000 t: 383 kg
 Para 800 000 t: 338 kg
 Para 1 000 000/1 500 000 t: 293 kg
- a/ Se utiliza arrabio de alto contenido de fósforo.

- AH : Alto horno
- SM : Solera abierta (Siemens - Martin)
- RD : Reducción directa
- HE : Horno eléctrico de acino
- LD : Convertidor L.D.
- LD/AC : Convertidor LD/AC
- TH : Convertidor Thomas
- PER : Laminación perfiles y alambres

Cuadro XIX

COMPARACION DE COSTOS DE ACERO LAMINADO EN PERFILES MEDIANOS EN PLANTAS DE DISTINTAS ESTRUCTURAS

Estructura técnica	300 000			400 000			500 000		
	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER	AH-SM PER	AH-HE c/ PER	AH-LD/AC c/ PER
1. Consumo de lingotes	98.90	105.82	103.35	99.50	101.43	97.72	100.61	98.38	94.83
2. Combustible (gas a horno)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
3. Créditos por chatarra	-9.81	-12.40	-12.40	-9.42	-11.86	-11.86	-11.86	-11.59	-11.59
4. Total materias primas	90.04	95.33	91.90	85.03	90.52	86.81	89.70	87.74	82.19
5. Total jornales	3.60	3.60	3.60	3.05	3.05	3.05	3.05	2.40	2.40
6. Total materiales y servicios	7.30	7.30	7.30	6.10	6.10	6.10	6.10	5.95	5.95
7. Costo directo	100.94	106.27	102.80	94.18	99.67	95.96	98.85	96.09	92.54
8. Cargas de capital	11.38	11.38	11.38	10.80	10.80	10.80	10.80	9.90	9.90
9. Costo total	112.32	117.64	114.18	104.98	110.47	106.76	109.65	105.99	102.44

Referencias:

- a/ Consumo de lingotes: 100/200 000 t: 1.66 t/t
 400/500 000 t: 1.51 t/t
 800 000 t: 1.45 t/t
 1 000 000/1 500 000 t: 1.39 t/t
- b/ Para 100/200 000 t: 500 kg
 Para 400/500 000 t: 383 kg
 Para 800 000 t: 338 kg
 Para 1 000 000/1 500 000 t: 293 kg
- a/ Se utiliza arrabio de alto contenido de fósforo.

- AH : Alto horno
- SM : Solera abierta (Siemens - Martin)
- ED : Reducción directa
- HE : Horno eléctrico de afinado
- LD : Convertidor L.D.
- LD/AC : Convertidor LD/AC
- TH : Convertidor Thomas
- PER : Laminación perfiles y alambres

Cuadro XX (conclusión)

Capacidad(en toneladas)		2 500 000																				
		2 000 000					1 500 000															
Detalle	Estructura técnica g/	AH-SM		AH-HE		AH-LD/AG-CH		AH-LD		AH-HE		AH-LD/AG-CH		AH-LD		AH-HE		AH-LD/AG-CH		AH-LD		
		CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	CH	b/	
1. Acero en lingotes g/		83.57	74.17	87.19	84.66	71.29	89.66	93.12	81.25	72.06	-	-	87.44	91.16	79.61	70.51	-	-	85.83	89.61	-	-
2. Combustible (gas de alto horno o similar)		1.54	1.54	1.54	1.54	1.08	1.54	1.54	1.54	1.54	-	-	1.54	1.54	1.54	1.54	-	-	1.54	1.54	-	-
3. Crédito por chatarra d/		-9.66	-9.66	-11.50	-11.50	-5.08	-12.46	-12.46	-9.46	-9.46	-	-	-12.31	-12.31	-9.29	-9.29	-	-	-12.14	-12.14	-	-
4. Total materias primas		<u>75.45</u>	<u>66.05</u>	<u>77.23</u>	<u>74.70</u>	<u>67.29</u>	<u>78.74</u>	<u>82.20</u>	<u>73.33</u>	<u>64.14</u>	-	-	<u>76.67</u>	<u>80.39</u>	<u>71.86</u>	<u>62.76</u>	-	-	<u>75.23</u>	<u>79.01</u>	-	-
5. Total sueldos y jornales		3.30	3.30	3.30	3.30	2.93	3.30	3.30	3.11	3.11	-	-	3.11	3.11	2.80	2.80	-	-	2.80	2.80	-	-
6. Costos de elaboración		7.30	7.30	7.30	7.30	5.83	7.30	7.30	7.15	7.15	-	-	7.15	7.15	7.00	7.00	-	-	7.00	7.00	-	-
7. Costo directo		<u>86.05</u>	<u>76.55</u>	<u>87.83</u>	<u>85.30</u>	<u>76.05</u>	<u>89.34</u>	<u>92.80</u>	<u>83.59</u>	<u>73.40</u>	-	-	<u>86.93</u>	<u>90.65</u>	<u>81.66</u>	<u>72.56</u>	-	-	<u>85.03</u>	<u>88.81</u>	-	-
8. Cargas de capital		17.37	17.37	17.37	17.37	14.35	17.37	17.37	16.83	15.83	-	-	16.83	16.83	16.03	16.03	-	-	16.03	16.03	-	-
9. Costo total		<u>103.42</u>	<u>94.02</u>	<u>105.20</u>	<u>102.67</u>	<u>90.40</u>	<u>106.71</u>	<u>110.17</u>	<u>100.42</u>	<u>91.23</u>	-	-	<u>103.76</u>	<u>107.48</u>	<u>97.69</u>	<u>88.59</u>	-	-	<u>101.06</u>	<u>104.84</u>	-	-

Notas: a/ AH = Alto horno.

SM = Solera abierta (Siemens-Martin).

LD = Convertidor LD.

AHE= Horno de reducción eléctrica.

HE = Horno eléctrico de afino.

LD-AC = Convertidor LD-AC.

CC = Colada continua.

CH = Laminación de chapas.

b/ Minerales de alto fósforo y 47 por ciento de fierro.

c/ Planchones de colada continua en el caso en que se considera ésta.

Cuadro XX (conclusión)

Detalle	1 500 000								2 000 000								2 500 000															
	Estructura técnica g/		AH-SM		AH-LD		AHE-HE		AH-LD		AH-SM		AH-LD		AHE-HE		AH-LD		AH-SM		AH-LD		AHE-HE		AH-LD		AH-SM		AH-LD		AHE-HE	
	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	
1. Acero en lingotes g/	83.57	74.17	87.19	84.66	71.29	89.66	93.12	81.25	72.06	-	-	87.44	91.16	79.61	70.51	-	-	85.83	89.61	-	-	-	-	-	-	85.83	89.61	-	-	-	-	
2. Combustible (gas de alto horno o similar)	1.54	1.54	1.54	1.54	1.08	1.54	1.54	1.54	1.54	-	-	1.54	1.54	1.54	1.54	-	-	1.54	1.54	-	-	-	-	-	-	1.54	1.54	-	-	-	-	
3. Crédito por chatarra d/	-9.66	-9.66	-11.50	-11.50	-5.08	-12.46	-12.46	-9.46	-9.46	-	-	-12.31	-12.31	-9.29	-9.29	-	-	-12.14	-12.14	-	-	-	-	-	-	-12.14	-12.14	-	-	-	-	
4. Total materias primas	75.45	66.05	77.23	74.70	67.29	78.74	82.20	73.33	64.14	-	-	76.67	80.39	71.86	62.76	-	-	75.23	79.01	-	-	-	-	-	-	75.23	79.01	-	-	-	-	
5. Total sueldos y jornales	3.30	3.30	3.30	3.30	2.93	3.30	3.30	3.11	3.11	-	-	3.11	3.11	2.80	2.80	-	-	2.80	2.80	-	-	-	-	-	-	2.80	2.80	-	-	-	-	
6. Costos de elaboración	7.30	7.30	7.30	7.30	5.83	7.30	7.30	7.15	7.15	-	-	7.15	7.15	7.00	7.00	-	-	7.00	7.00	-	-	-	-	-	-	7.00	7.00	-	-	-	-	
7. Costo directo	86.05	76.55	87.83	85.30	76.05	89.34	92.80	83.59	74.40	-	-	86.93	90.65	81.66	72.56	-	-	85.03	88.81	-	-	-	-	-	-	85.03	88.81	-	-	-	-	
8. Cargas de capital	17.37	17.37	17.37	17.37	14.35	17.37	17.37	16.83	15.83	-	-	16.83	16.83	16.03	16.03	-	-	16.03	16.03	-	-	-	-	-	-	16.03	16.03	-	-	-	-	
9. Costo total	103.42	94.02	105.20	102.67	90.40	106.71	110.17	100.42	91.23	-	-	103.76	107.48	97.69	88.59	-	-	101.06	104.84	-	-	-	-	-	-	101.06	104.84	-	-	-	-	

Notas: a/ AH = Alto horno.

SM = Solera abierta (Siemens-Martin).

LD = Convertidor LD.

AHE= Horno de reducción eléctrica.

HE = Horno eléctrico de afino.

LD-AC = Convertidor LD-AC.

CC = Colada continua.

CH = Laminación de chapas.

b/ Minerales de alto fósforo y 47 por ciento de fierro.

c/ Planchones de colada continua en el caso en que se considera ésta.

Cuadro XXII

APROVECHAMIENTO DEL CAPITAL INVERTIDO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

Capacidad de la planta (miles de toneladas)	Inversión por tonelada-año		Por 100 dólares de inversión			
			Toneladas de acero		Producción anual c/	
	a/	b/	a/	b/	a/	b/
100	724.15	229.43	0.138	0.436	26.50	44.06
200	635.48	209.03	0.157	0.478	27.29	43.00
400	484.51	195.88 d/	-0.206	0.510 d/	28.67	43.24 d/
500	428.76	-	0.303	-	30.60	-
800	330.04	-	0.308	-	35.10	-
1 000	314.38	-	0.318	-	34.38	-
1 500	281.86	-	0.354	-	36.62	-
2 000	274.40	-	0.365	-	36.65	-
2 500	247.77	-	0.400	-	38.72	-

a/ Corresponde a la producción de chapas con la estructura técnica: alto horno, solera abierta, laminación de chapas.

b/ Corresponde a la producción de laminados en la estructura técnica: alto horno, convertidor L.D., colada continua, laminación de perfiles comerciales pequeños.

c/ Referido al costo total de producción por tonelada de laminado.

d/ Corresponde a una producción anual de 300 000 toneladas de laminados.

Cuadro XXII

APROVECHAMIENTO DEL CAPITAL INVERTIDO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

Capacidad de la planta (miles de toneladas)	Inversión por tonelada-año		Por 100 dólares de inversión			
			Toneladas de acero		Producción anual c/	
	a/	b/	a/	b/	a/	b/
100	724.15	229.43	0.138	0.436	26.50	44.06
200	635.48	209.03	0.157	0.478	27.29	43.00
400	484.51	195.88 d/	-0.206	0.510 d/	28.67	43.24 d/
500	428.76	-	0.303	-	30.60	-
800	330.04	-	0.308	-	35.10	-
1 000	314.38	-	0.318	-	34.38	-
1 500	281.86	-	0.354	-	36.62	-
2 000	274.40	-	0.365	-	36.65	-
2 500	247.77	-	0.400	-	38.72	-

a/ Corresponde a la producción de chapas con la estructura técnica: alto horno, solera abierta, laminación de chapas.

b/ Corresponde a la producción de laminados en la estructura técnica: alto horno, convertidor L.D., colada continua, laminación de perfiles comerciales pequeños.

c/ Referido al costo total de producción por tonelada de laminado.

d/ Corresponde a una producción anual de 300 000 toneladas de laminados.

Gráfico 1
 INVERSIONES PARA LA REDUCCION DE MINERALES

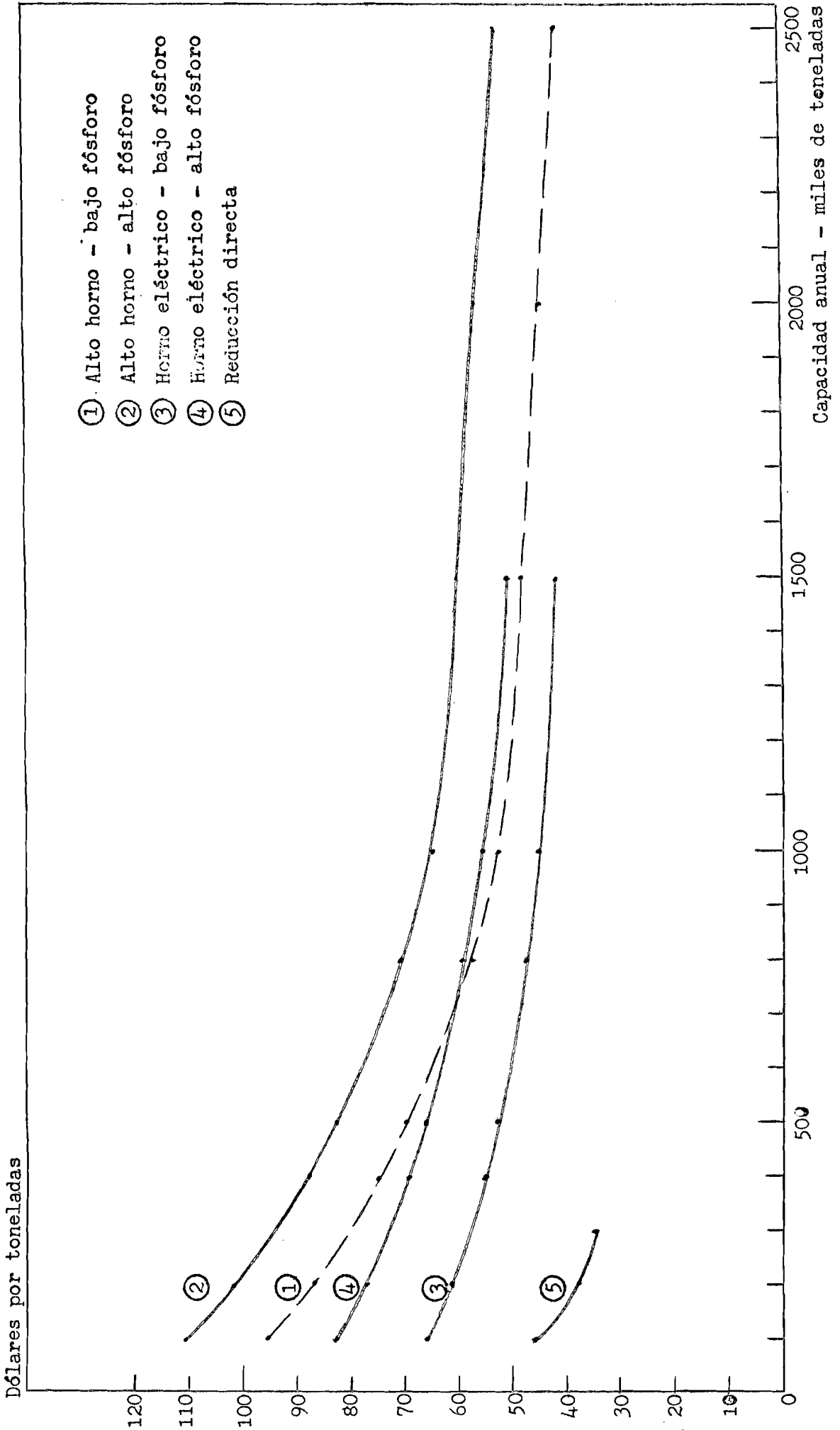


Gráfico 1
 INVERSIONES PARA LA REDUCCION DE MINERALES

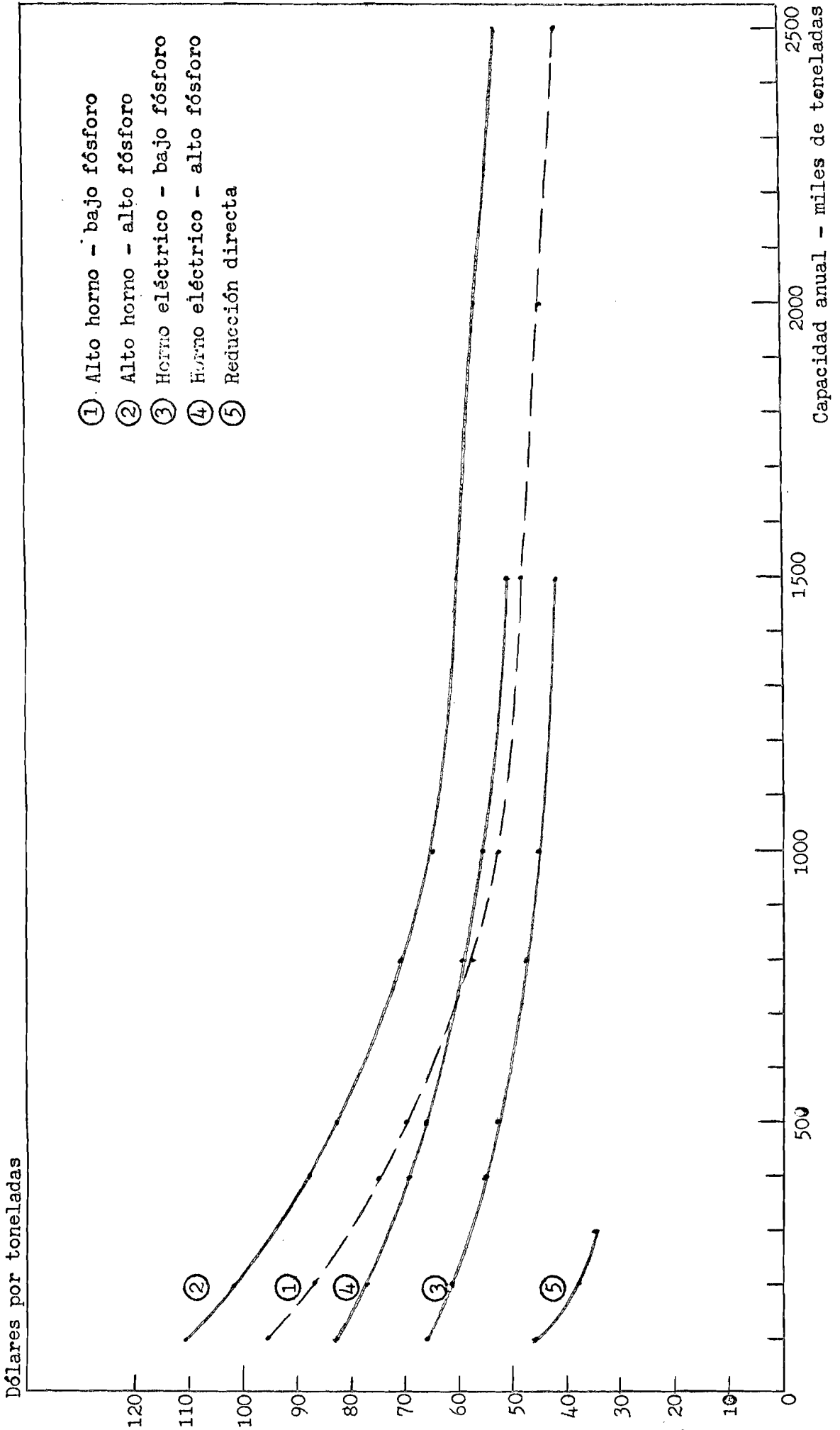


Gráfico 3

COSTOS DE REDUCCION DE MINERALES DE ALTO Y BAJO FOSFORO

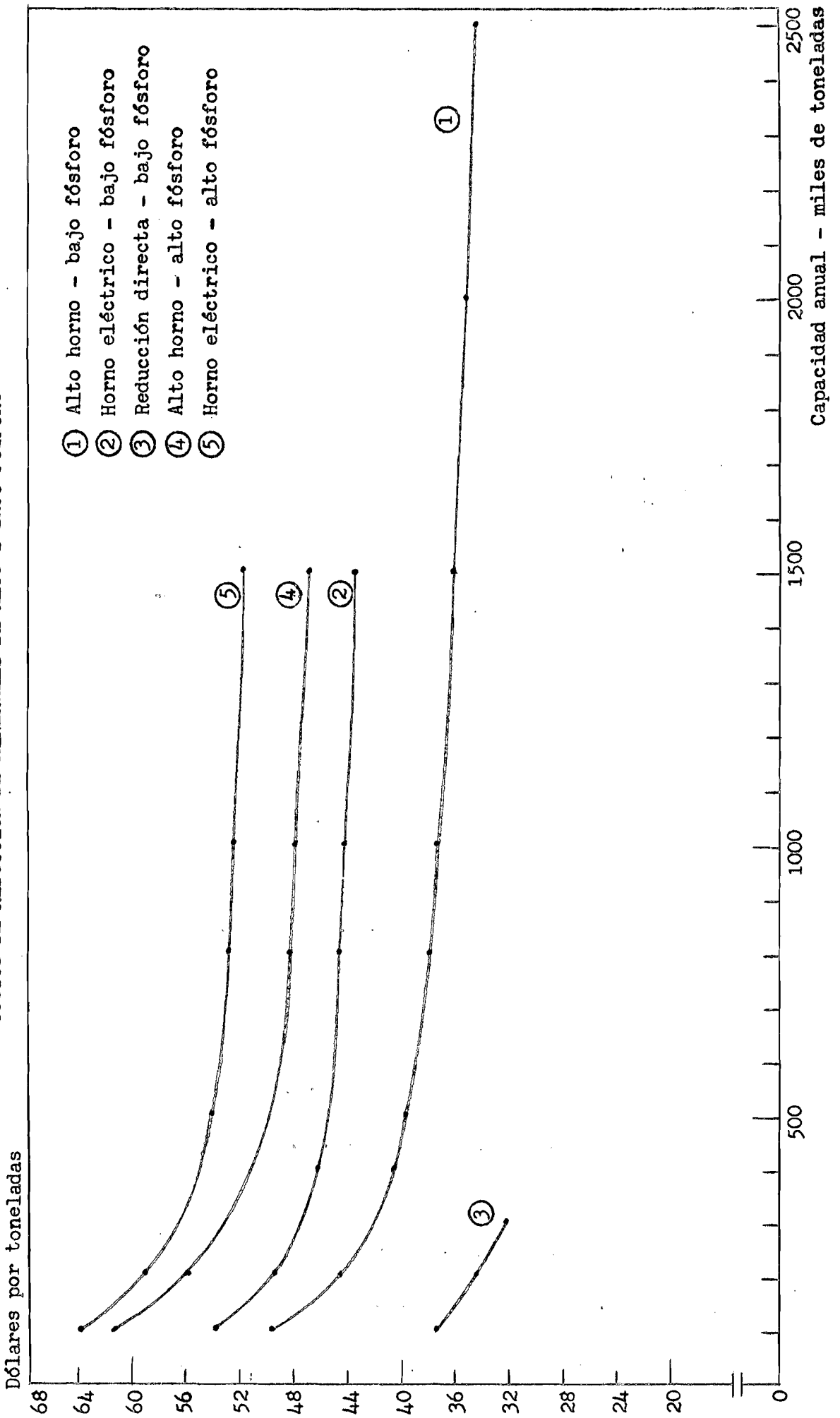


Gráfico 3

COSTOS DE REDUCCION DE MINERALES DE ALTO Y BAJO FOSFORO

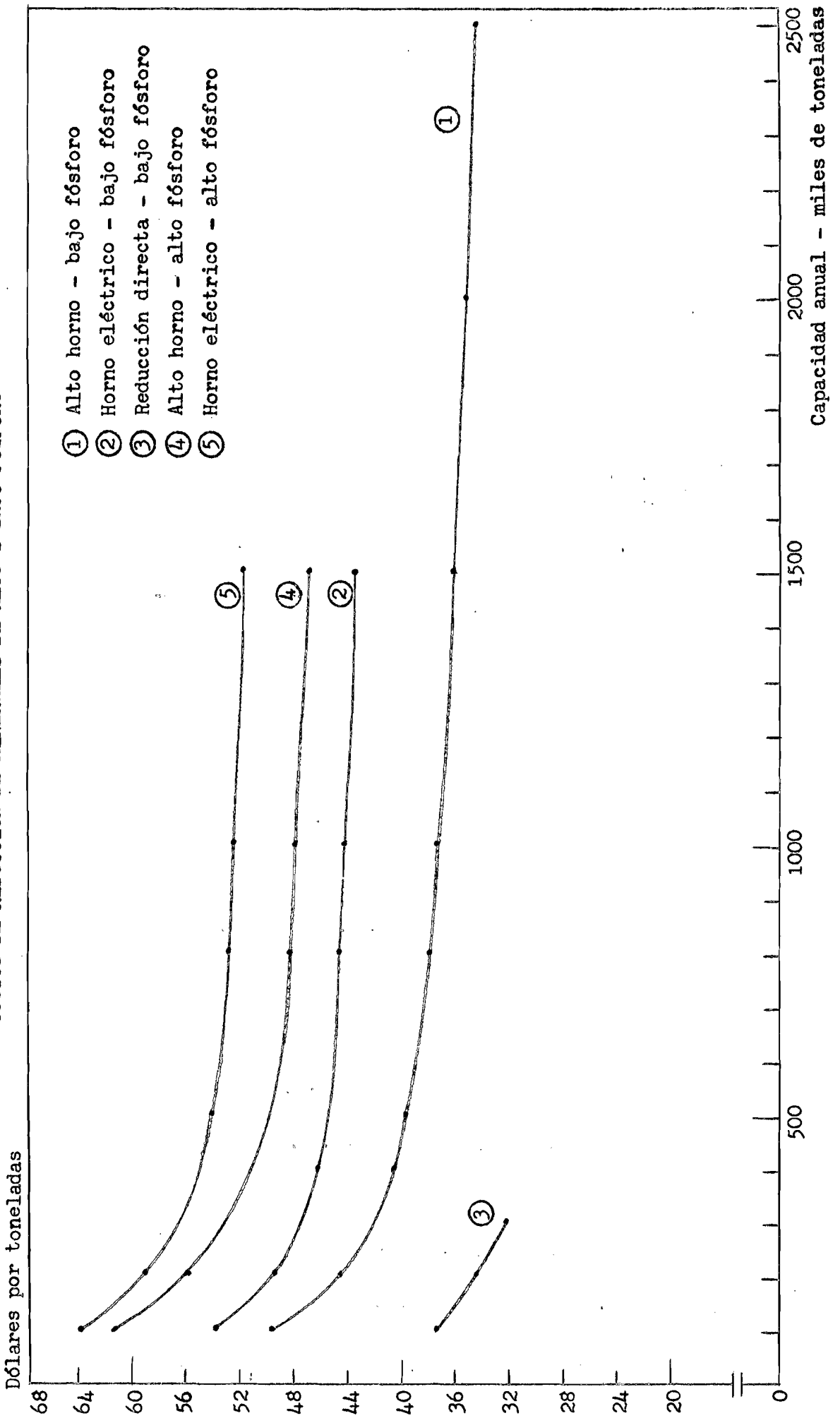


Gráfico 5

HORAS DE MANO DE OBRA DIRECTA PARA LA ELABORACION DE ACERO, POR TONELADA DE PRODUCTO

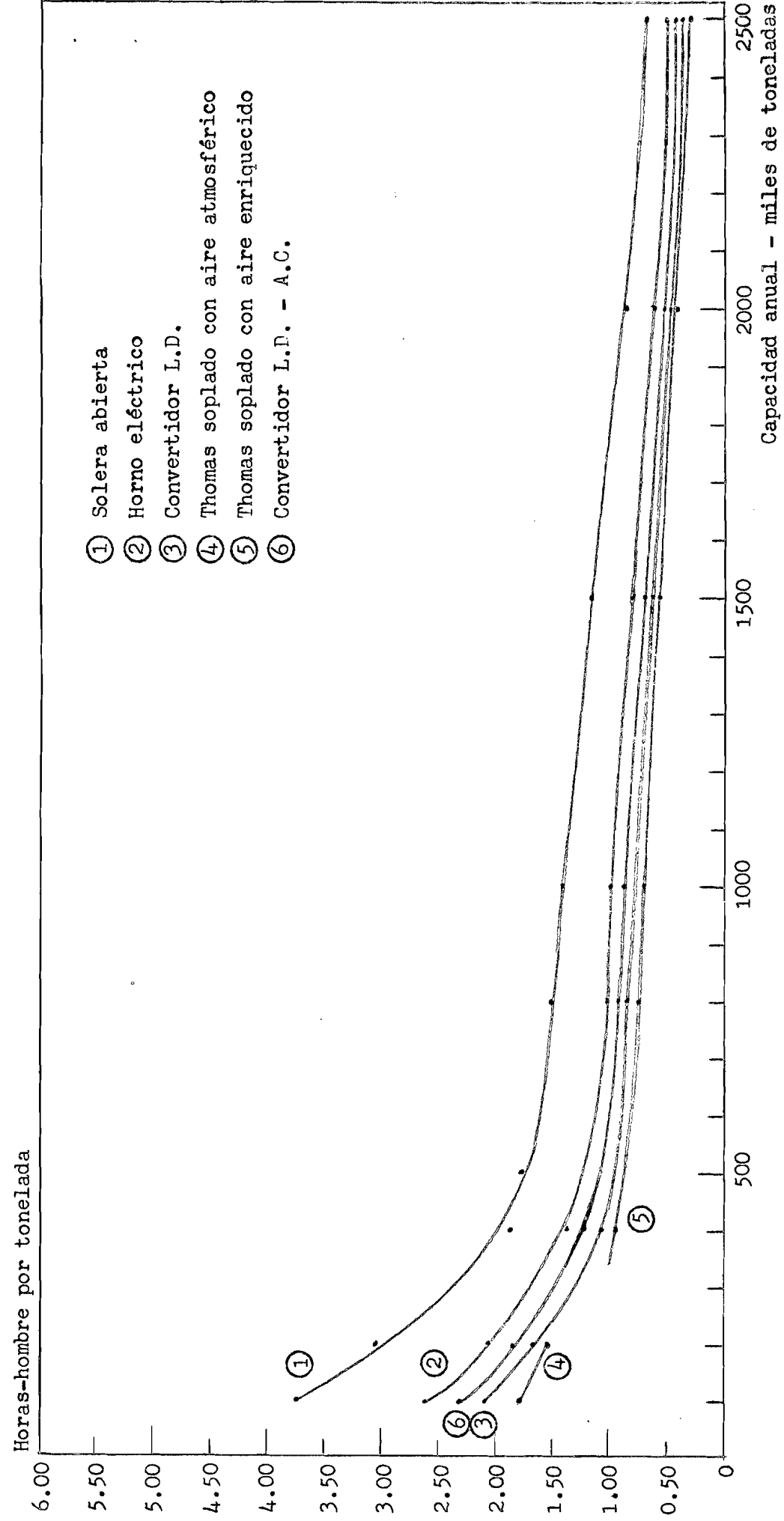


Gráfico 5

HORAS DE MANO DE OBRA DIRECTA PARA LA ELABORACION DE ACERO, POR TONELADA DE PRODUCTO

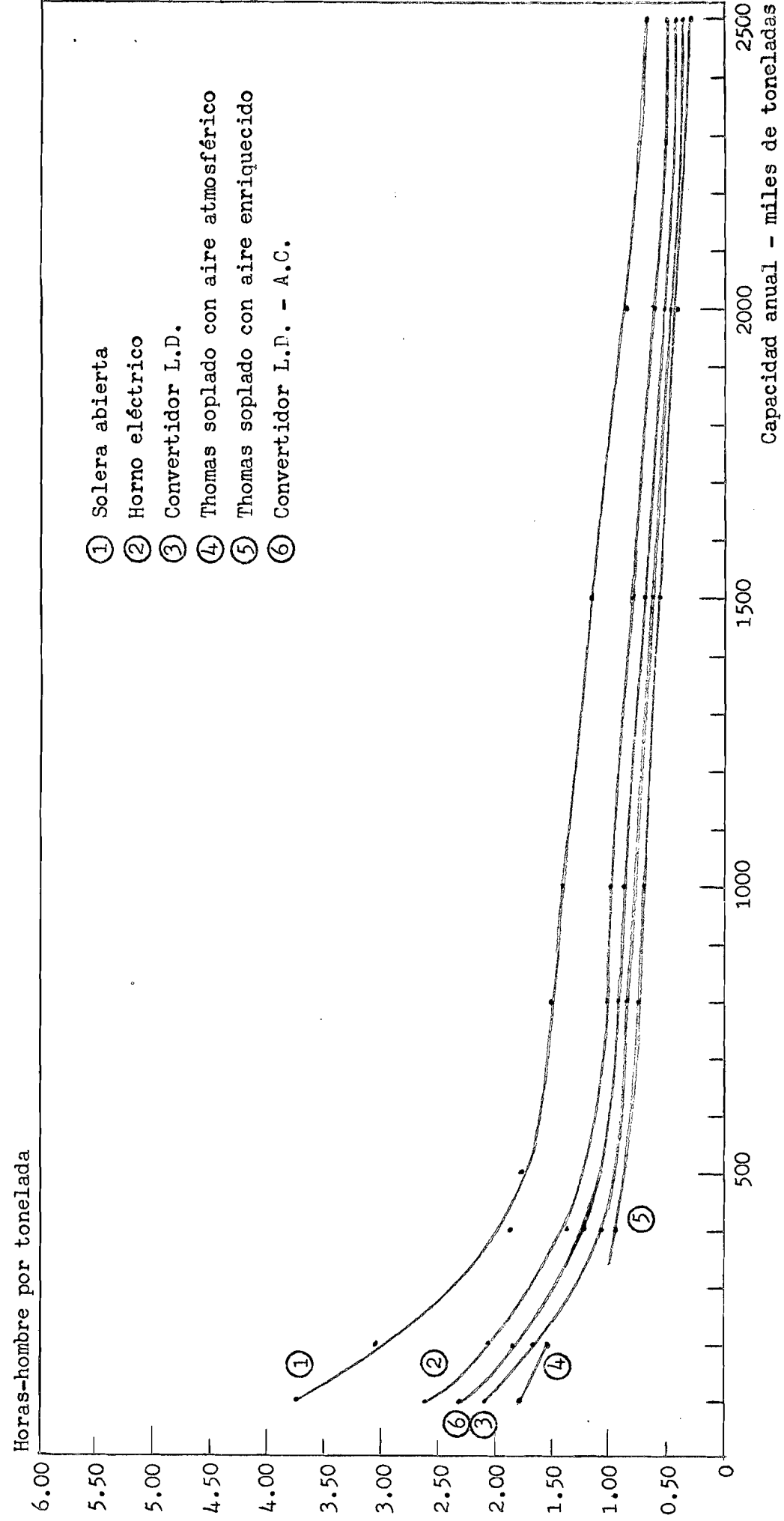


Gráfico 7

COSTOS DE ELABORACION DE ACERO ARRABIO DE ALTO FOSFORO

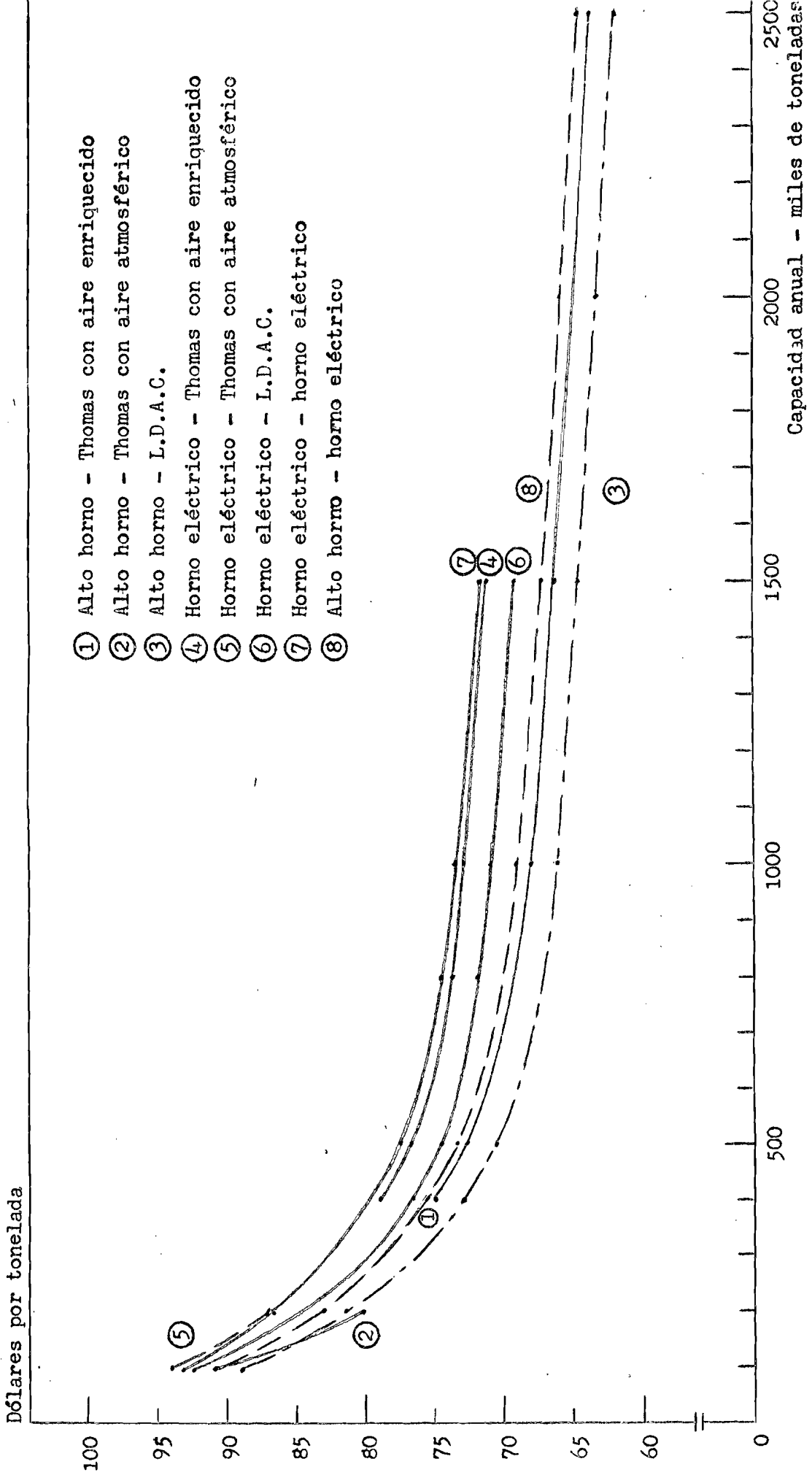


Gráfico 7

COSTOS DE ELABORACION DE ACERO ARRABIO DE ALTO FOSFORO

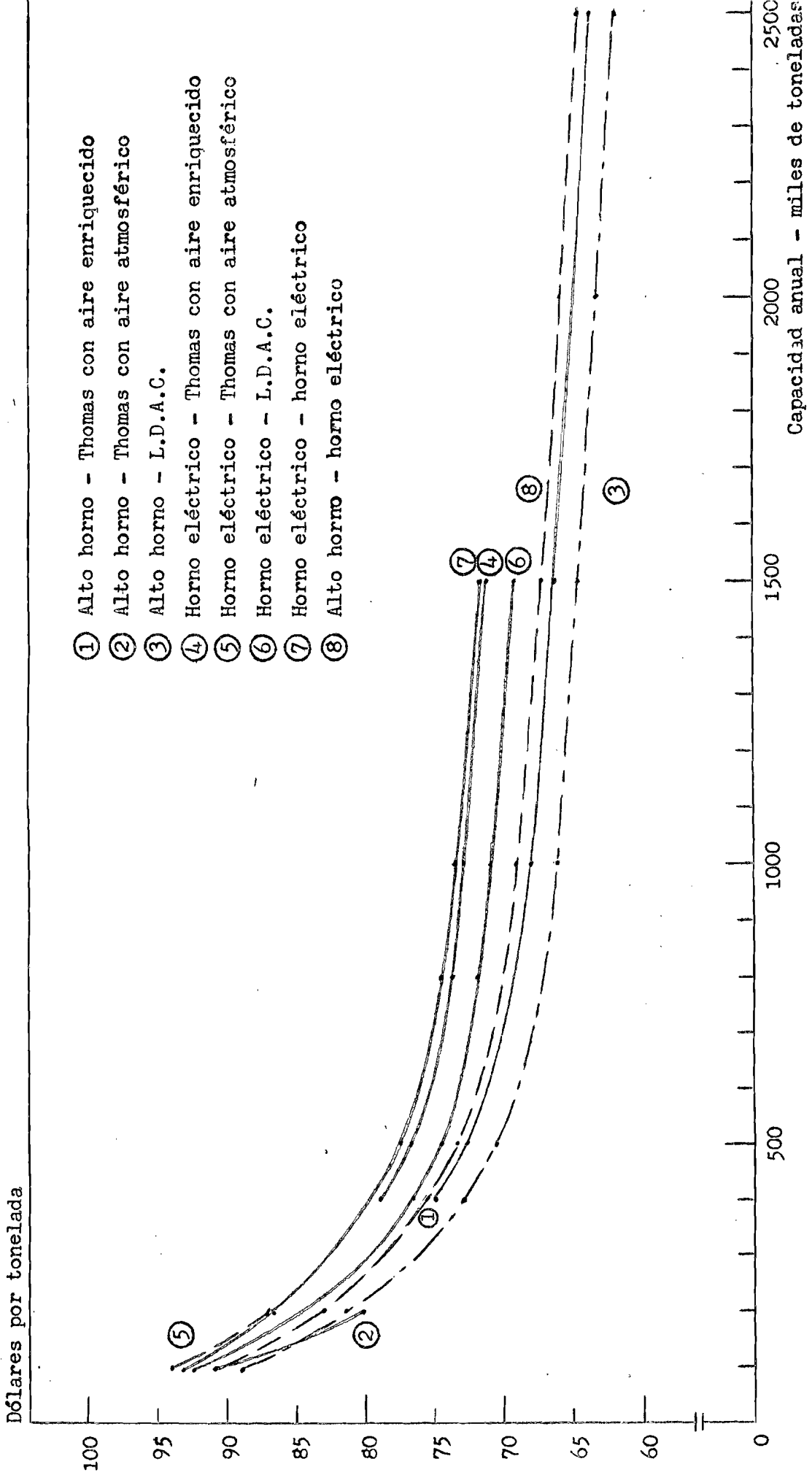


Gráfico 9

HORAS DE MANO DE OBRA DIRECTA POR TONELADA DE PRODUCTO FINAL EN PLANTAS DE LAMINACION

Horas-hombre por tonelada

① Horas de mano de obra por laminación de chapas*

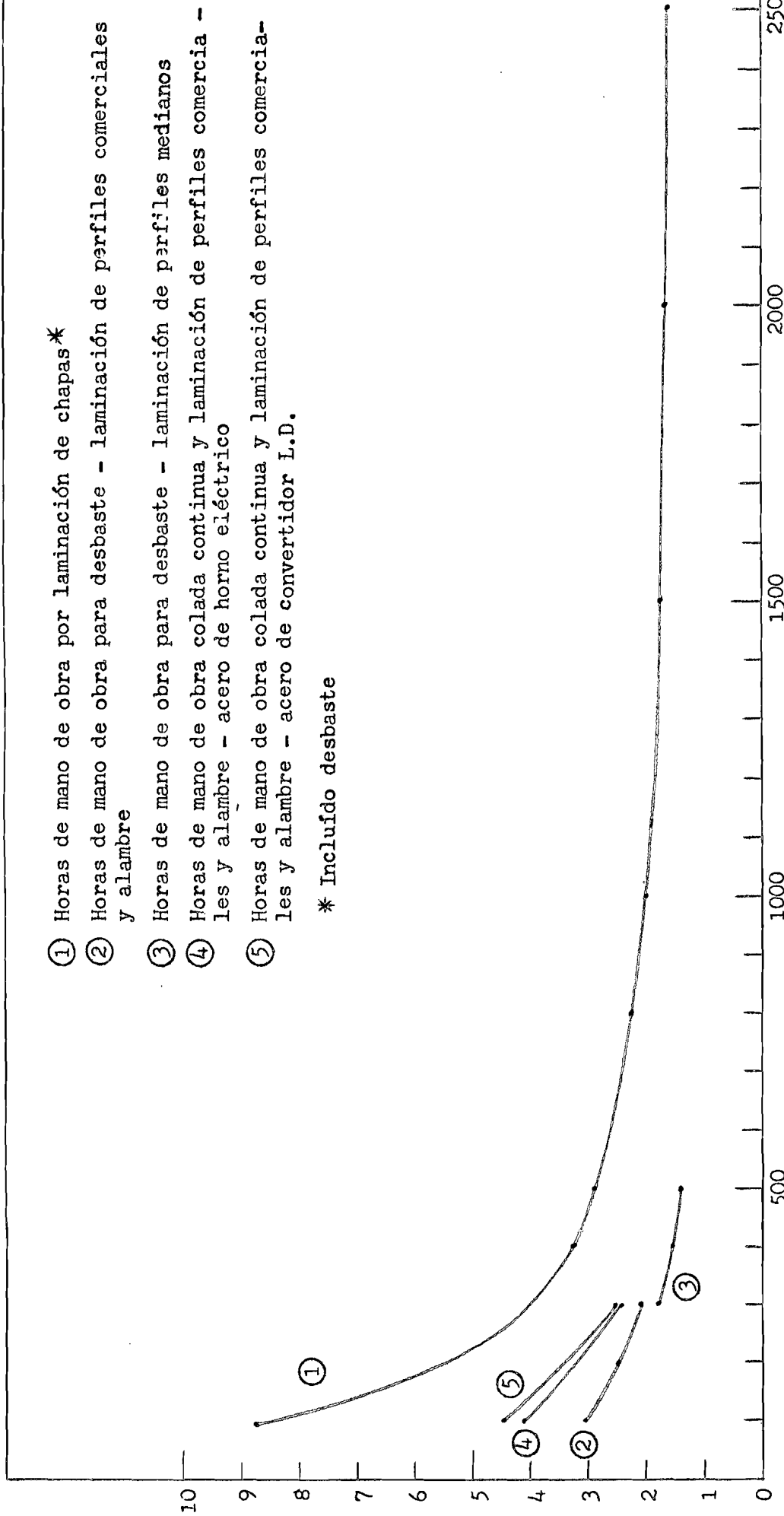
② Horas de mano de obra para desbaste - laminación de perfiles comerciales y alambre

③ Horas de mano de obra para desbaste - laminación de perfiles medianos

④ Horas de mano de obra colada continua y laminación de perfiles comerciales - les y alambre - acero de horno eléctrico

⑤ Horas de mano de obra colada continua y laminación de perfiles comerciales - les y alambre - acero de convertidor L.D.

* Includo desbaste



Capacidad anual - miles de toneladas

Gráfico 9

HORAS DE MANO DE OBRA DIRECTA POR TONELADA DE PRODUCTO FINAL EN PLANTAS DE LAMINACION

Horas-hombre por tonelada

- ① Horas de mano de obra por laminación de chapas*
- ② Horas de mano de obra para desbaste - laminación de perfiles comerciales y alambre
- ③ Horas de mano de obra para desbaste - laminación de perfiles medianos
- ④ Horas de mano de obra colada continua y laminación de perfiles comercia-les y alambre - acero de horno eléctrico
- ⑤ Horas de mano de obra colada continua y laminación de perfiles comercia-les y alambre - acero de convertidor L.D.

* Includo desbaste

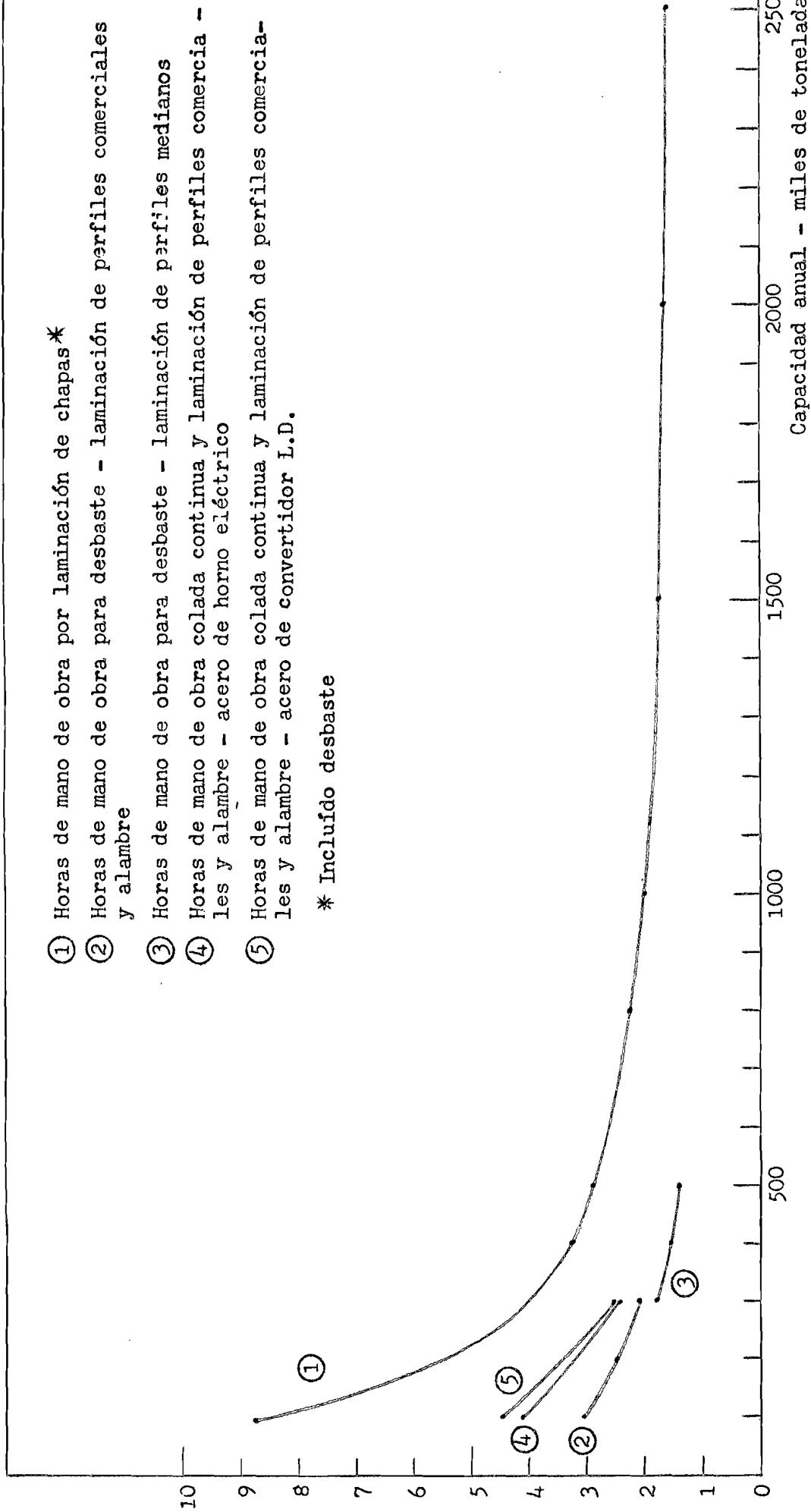
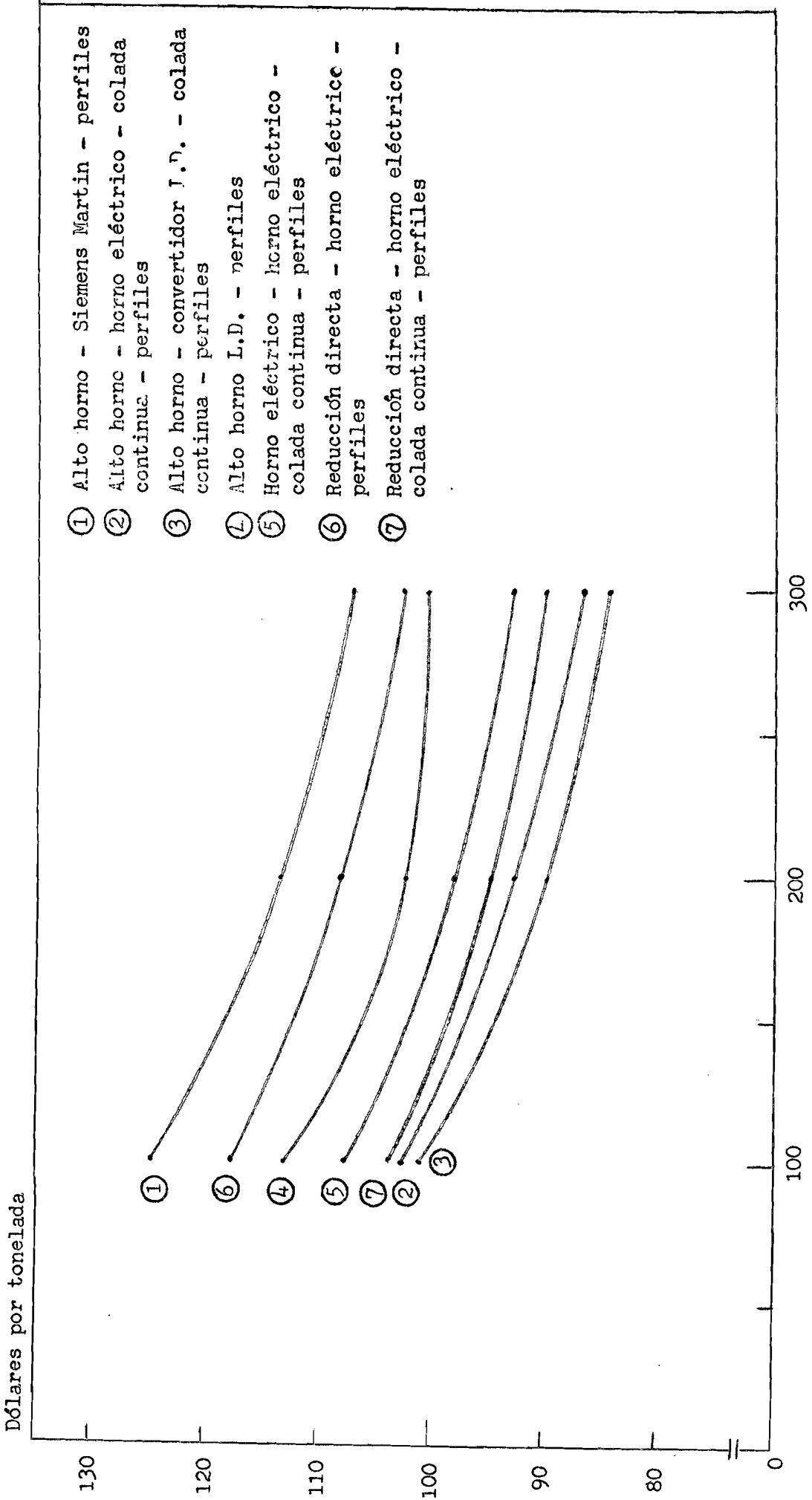


Gráfico 11

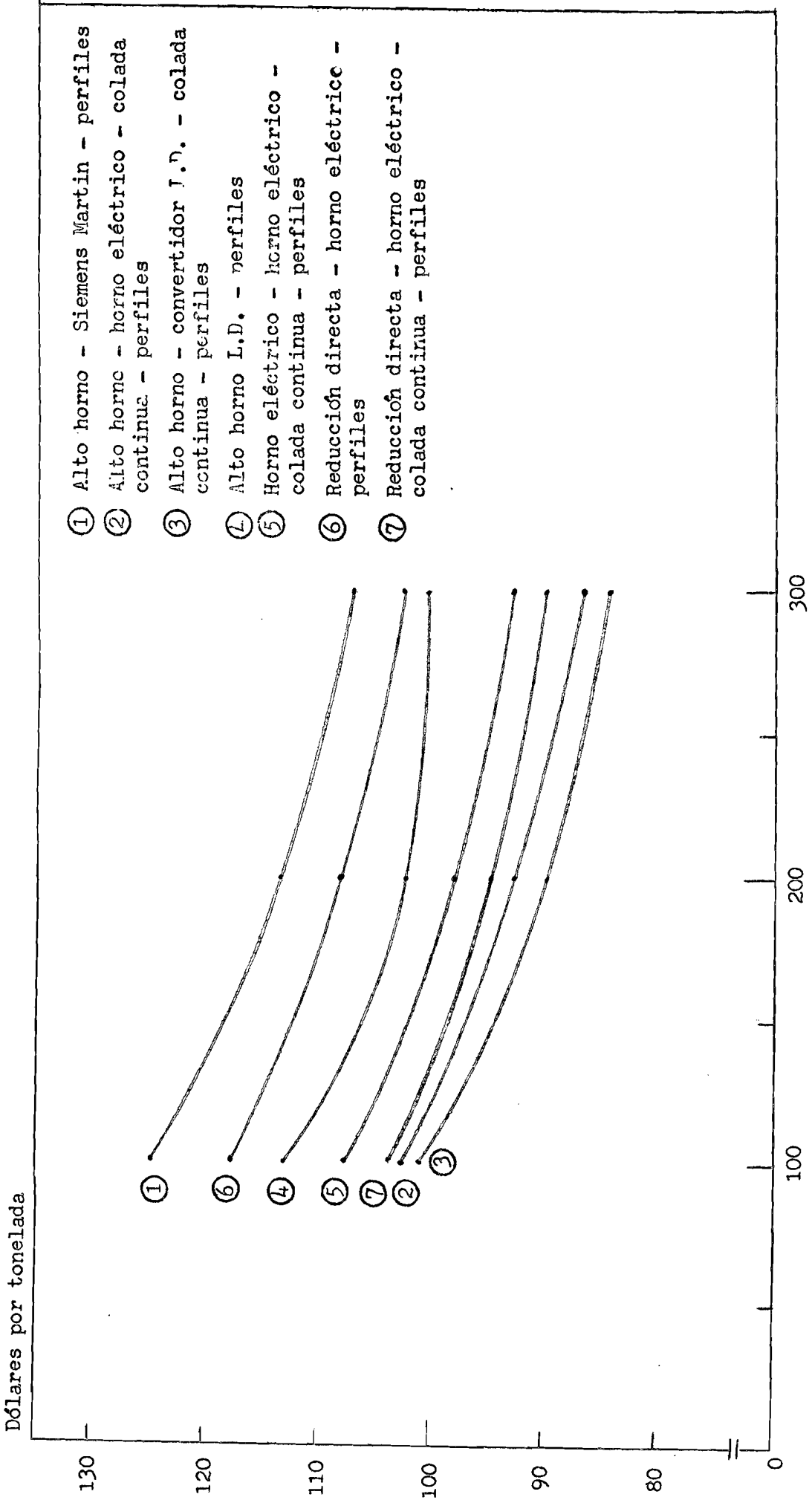
COSTOS DE LAMINACION DE PERFILES PEQUEÑOS Y ALAMBRES EN PLANTAS HIPOTETICAS



Capacidad anual - miles de toneladas

Gráfico 11

COSTOS DE LAMINACION DE PERFILES PEQUEÑOS Y ALAMBRES EN PLANTAS HIPOTETICAS



Capacidad anual - miles de toneladas

Gráfico 13

COSTOS DE LAMINACION DE CHAPAS Y HOJALATA EN PLANTAS HIPOTETICAS

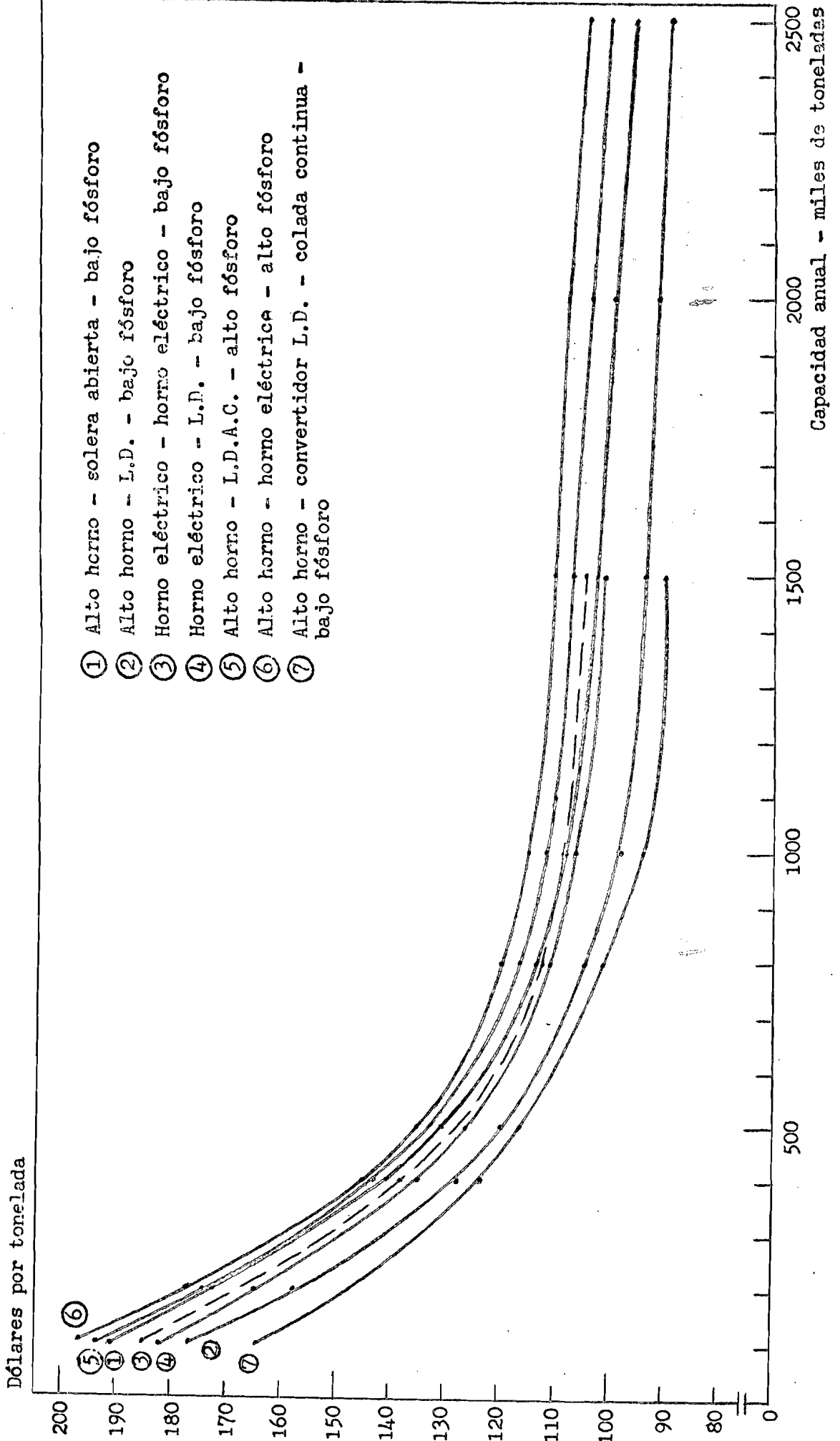


Gráfico 13

COSTOS DE LAMINACION DE CHAPAS Y HOJALATA EN PLANTAS HIPOTETICAS

