



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



15151-S



Distr. LIMITADA  
ID/WG.458/2  
21 noviembre 1985  
ESPAÑOL  
Original: INGLES

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Cuarta Consulta sobre la  
Industria Siderúrgica  
Viena (Austria), 9 - 13 junio 1986

IMPORTANCIA Y POSIBILIDADES DE FINANCIAR LA  
INFRAESTRUCTURA Y LA CAPACITACION DE PERSONAL  
EN LOS PROYECTOS SIDERURGICOS\*

Preparado por

Jacques Astier\*\*  
Consultor de la ONUDI

\* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

\*\* Director de Proyectos y Jefe de Equipo, Groupement Français pour la Construction d'Usines Siderurgiques (COFRANSID).

V.85-29891 (EX)

I N D I C E

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
PARTE I - Las plantas siderúrgicas .....	2
PARTE II - Definición y costo de la infraestructura	5
PARTE III - Definición y costo de la capacitación ..	11
PARTE IV - Consideración práctica de la función de la infraestructura y de la capacitación de personal en un proyecto siderúrgico .	20
CONCLUSIONES .....	24
BIBLIOGRAFIA .....	25
15 CUADROS - I, I bis a XIV	
10 FIGURAS - 1 a 10	

## INTRODUCCION

Los costos de las plantas siderúrgicas son normalmente elevados e, incluso cuando se trata de plantas relativamente pequeñas, plantean a menudo difíciles problemas de financiación. Además, esos costos parecen variar grandemente, incluso para un tamaño de planta y una mezcla de productos determinados. Estimamos que una gran parte de esas discrepancias proviene de que hay confusión sobre qué es una planta siderúrgica.

Esto, naturalmente, guarda relación con el costo: ¿qué comprenden exactamente los diversos costos citados en muchos lugares para las inversiones en una planta siderúrgica?

A fin de contribuir a disipar la confusión, nos proponemos lo siguiente:

- 1 - describir brevemente lo que son las plantas siderúrgicas;
- 2 - mostrar la importancia de la infraestructura o, más exactamente, de los diversos tipos de infraestructuras que se necesitan para una planta siderúrgica, especialmente en las zonas en desarrollo;
- 3 - subrayar brevemente la importancia del personal, es decir, de la asistencia técnica y, especialmente, de la capacitación del personal que necesita una planta siderúrgica; y
- 4 - hacer algunas observaciones sobre la forma en que esos gastos podrían financiarse separadamente del costo de la planta siderúrgica misma.

## I - LAS PLANTAS SIDERURGICAS

Sin entrar en muchos detalles, hay que recordar que existen, de hecho, varios tipos de plantas siderúrgicas que se distinguen por el tren laminador (véase el párrafo I.1) y por las vías para producir acero (véase el párrafo I.2). Recordemos primero, en la figura 1, cómo se diseña una planta siderúrgica: ahí vemos ya la importancia de:

- la infraestructura, objeto del Capítulo II, y
- los aspectos humanos, objeto del Capítulo III.

### I - 1) Los trenes laminadores

Toda planta siderúrgica ha de ser diseñada para producir una mezcla determinada, llamada "mezcla de productos", de barras, alambres, vigas, chapas, etc. laminados ... La figura 2 muestra que las capacidades de los distintos laminadores que pueden producir cada clase de producto son muy diferentes y, por lo tanto, podemos imaginar que darán lugar a plantas muy diferentes también 1).

### I - 2) Las vías para producir acero

En realidad, como muestra la figura 3, hay dos vías:

- producir (o utilizar) un metal primario sólido, que puede ser chatarra o hierro directamente reducido. Ese metal puede fundirse, normalmente en un horno de arco eléctrico, para obtener metal líquido;
- producir un metal caliente líquido primario y utilizarlo en un convertidor de oxígeno para producir acero líquido. En este caso, la producción de metal caliente líquido (o arrabio) puede hacerse mediante altos hornos, pero se están introduciendo nuevos métodos para hacerlo sin coque: son los nuevos procesos de "reducción por fusión".

I - 3) Posibilidades prácticas

Si examinamos primero el caso de los países industrializados, la figura 4 muestra que, prácticamente, sólo hay dos posibilidades:

- a) las llamadas plantas "clásicas", es decir, basadas en altos hornos y convertidores de oxígeno; debido al alto costo de capital de esas plantas y a su complejidad (que da lugar a cierto número de especialistas muy capacitados), las leyes de la productividad de la mano de obra y las economías de escala, esas plantas se construyen sólo para alimentar de productos semiacabados a los laminadores de gran capacidad. Por esta razón son plantas de grandes productos planos (y, a veces, de productos pesados, planchas, vigas, carriles ...);
- b) en cambio, para productos ligeros, los laminadores más pequeños son la única posibilidad, y resulta más barato y más fácil alimentarlos con tochos procedentes de plantas de horno de arco eléctrico que utilizan chatarra; hay que recordar que, en los países industrializados, la chatarra, especialmente la "chatarra esencial" o "chatarra anticuada", abunda y tiene que ser reutilizada.

En cuanto a las zonas en desarrollo, hay cierto número de diferencias:

- en primer lugar, el mercado es normalmente más pequeño y resulta difícil construir grandes plantas especializadas como en las zonas industrializadas (véase la figura 5);
- además, sólo se dispone de chatarra en pequeñas cantidades, en comparación con los países industrializados;

- por último, la disponibilidad de diversas fuentes de energía (petróleo o gas, energía hidroeléctrica, hulla, carbón vegetal ...) puede abrir nuevas posibilidades.

En este caso, la figura 5 indica que en esas zonas se están estableciendo tres tipos principales de plantas:

- las plantas "clásicas", normalmente más pequeñas que las de las zonas industrializadas, basadas a veces en el carbón vegetal;
- la "miniplanta siderúrgica clásica", basada en la chatarra pero también mucho más pequeña que las de las zonas industrializadas; por ejemplo de 50.000 t/año en lugar de 500.000 t/año; y
- la planta basada en la reducción directa: puede considerarse como una evolución de la miniplanta siderúrgica cuando no se dispone de chatarra (véase la figura 5).

## II - DEFINICION Y COSTO DE LA INFRAESTRUCTURA

Lo primero que hay que hacer, para ser tan claros como sea posible, es definir exactamente la infraestructura o, de forma más precisa, como veremos con detalle, los diversos tipos de infraestructura de una planta siderúrgica.

### II - 1) Descripción de las diversas infraestructuras que sirven de base a una planta siderúrgica

Como es probablemente uno de los tipos de planta siderúrgica más importante del futuro, utilizaremos como ejemplo, para describir esa planta y sus infraestructuras de base, una planta de tamaño medio, de distintas configuraciones posibles (véase la figura 6):

- un tren laminador para productos no planos, de hecho barras, alambre y vigas de tamaño pequeño y medio;
- una semiintegración con horno de arco eléctrico (que funciona, por consiguiente, con chatarra) y colada continua de tochos;
- una integración completa con una planta de reducción directa a base de gas.

A partir de esa breve descripción de esta planta típica, ¿qué puede llamarse infraestructura?

- la primera es la que se necesita para esas distintas instalaciones metalúrgicas: la llamaremos "infraestructura interna" y consiste sólo en lo que se añade al equipo (metalúrgico, mecánico, eléctrico, etc.) para que pueda funcionar; principalmente:
  - . obras civiles
  - . construcción
  - . montaje del equipo.

En el Cuadro I aparecen algunas estimaciones de esos costos;

- a continuación están los distintos tipos de infraestructura que pueden clasificarse en:



- las que son necesarias en casi todas partes (que llamaremos de "primer orden");
- las que son necesarias pero pueden existir en algunos lugares y tener que ser construidas en otros (de "segundo orden"); y
- finalmente, las que son necesarias en las zonas insuficientemente desarrolladas y existen siempre en los países industrializados (de "tercer orden").

Con fines de comparación, damos algunos costos de inversión de las distintas configuraciones de nuestra planta de referencia, en el Cuadro I bis.

II - 2) Descripción y costo de la infraestructura de primer orden

Teniendo en cuenta nuestra definición, esta infraestructura se necesita siempre, con independencia del contexto de la planta, tanto si se encuentra en una zona industrialmente avanzada como, por el contrario, en una zona insuficientemente desarrollada. Se pueden enumerar aquí (figura 6):

- . oficinas principales de la planta
- . laboratorios
- . servicios de mantenimiento, incluidos los talleres (mecánicos, eléctricos, etc.) y almacenes de piezas de repuesto.

Sin embargo, hay que subrayar que, en una zona industrial, las instalaciones de mantenimiento pueden reducirse a un tamaño mínimo, ya que una gran parte de los trabajos puede subcontratarse con empresas existentes.

En cualquier caso, podemos dar algunos datos sobre el posible costo de esas infraestructuras; el Cuadro II muestra que son una inversión bastante importante en relación con el costo de la planta. Si, en una zona insuficientemente desarrollada, queremos estar totalmente seguros del mantenimiento, puede ser necesario añadir otras instalaciones:

- . para reparar sobre el terreno la mayor parte del equipo, lo que puede dar lugar a máquinas-herramientas más pesadas, fundiciones, etc.; y/o
- . reservas mayores de piezas de respuesto, con sus almacenes.

II - 3) Descripción y costo de la infraestructura de segundo orden

Al llegar a este punto (figura 7), encontramos cierto número de instalaciones que son necesarias pero normalmente no se incluyen (al menos totalmente) en las zonas industrializadas. Son las siguientes:

- viviendas con instalaciones de apoyo, que integran toda una ciudad; en las zonas industrializadas, este problema existe pero normalmente puede resolverse de forma no demasiado difícil ni costosa. Como ejemplo, podemos decir que la ciudad existe a menudo, pueden alquilarse a veces viviendas, y esos costos, ya sean los de alquiler o, incluso los de construcción de nuevas viviendas no quedan normalmente a cargo de la compañía siderúrgica;
- instalaciones de suministro de energía, especialmente gas natural, petróleo o energía eléctrica. Nos referimos a las instalaciones necesarias para su transporte pero no para su producción; ésta se examinará dentro de la infraestructura de tercer orden.

Una vez más, en una zona industrializada, la planta estará normalmente muy cerca de todas esas instalaciones y el costo de conectarla con:

- la distribución de energía (gas natural o energía eléctrica),
- el transporte de energía (sistemas como carreteras o ferrocarriles para el carbón o el fueloil), y
- sistemas de agua (entrada y salida), etc.,

será reducido.

En cambio, en las zonas en desarrollo, muchas de esas instalaciones habrán de construirse y, por ejemplo, para la planta integrada de tamaño medio (400.000 t/año) que hemos mencionado, esas instalaciones podrían ser las siguientes (Cuadro III):

Vivienda	hasta 50 M\$
Suministro de energía y de agua, con carre- teras y ferrocarriles)	de 10 a 30 M\$

II - 4) Descripción y costo de la infraestructura de tercer orden

Al llegar al final de la enumeración, encontramos las infraestructuras más costosas, como son las relacionadas:

- a) en sentido ascendente, con el suministro de materias primas como minerales de hierro, carbón y gas natural, que no se compran sino que se producen en nuevas minas o campos de gas que han de explotarse especialmente para el proyecto siderúrgico. Los costos pueden ser muy altos, y el Cuadro IV da cierta idea de su importancia ... Hay que subrayar que, en los países industrializados, es cada vez menos frecuente que esas instalaciones se asocien a un proyecto siderúrgico. Los principios que inspiran las modernas plantas transportadas por vía marítima, por ejemplo, se basan siempre en "ir de compra" (a veces mediante contratos a plazo medio o largo) de materias primas como mineral de hierro, carbón, fueloil, etc.

Si resulta preciso incluir una mina de hierro "propia" en una planta de esa clase, se tratará de una partida importante. Para nuestra planta de referencia, que necesita unas 600.000 t/año de mineral rico, la mina podría estimarse entre:

- 15\$/tonelada anual o 10 M\$ para la explotación a cielo abierto de minerales ricos, y

- 75\$/tonelada anual o 50 M\$ para la explotación a cielo abierto de minerales de hierro pobres, que requerirán el laboreo de un tonelaje mayor y una planta de concentración.

A esos costos de inversión hay que añadir los correspondientes costos de transporte, que pueden ser muy bajos en el caso de distancias cortas y, por ejemplo, transporte por tubería de los nódulos de alimentación, pero pueden aumentar mucho si las distancias son grandes y, por ejemplo, hay que construir un ferrocarril especial.

Pueden hacerse cálculos análogos si hay que incluir en el proyecto:

- una mina de carbón;
- unas instalaciones de producción de gas natural; o
- una planta de energía eléctrica. En este caso hay que recordar que los costos son del orden de 0,5 a 1\$ por kW;

- b) en sentido descendente, con la utilización de los productos. De hecho, esto debe considerarse como industria, o, incluso, como una serie de industrias diferentes. Naturalmente, resulta importante e incluso esencial al planificar cualquier proyecto siderúrgico, pero no puede considerarse nunca como infraestructura, en ningún sentido, de la industria siderúrgica.

En cambio, la utilización de los subproductos de la industria siderúrgica sí puede considerarse como posibles infraestructuras. En esta esfera, cabe enumerar:

- la utilización de escorias, ya sean procedentes de la fabricación de hierro (escoria de alto horno) o de la fabricación de acero; y
- la utilización de gases excedentes (como gas de alto horno, gas de horno de coque, gas de convertidor de oxígeno), etc.

II - 5) Resumen de la importancia de la infraestructura

Para resumir este tema de las infraestructuras de la industria siderúrgica, se puede decir lo siguiente (véase el Cuadro V):

- a) el costo de una planta con la infraestructura interna conexas y lo que llamamos infraestructura necesaria de primer orden es aproximadamente el doble del costo del equipo;
- b) las infraestructuras de segundo y tercer órdenes pueden a su vez incrementar el costo del proyecto, de forma que el costo de una planta puede variar grandemente en las siguientes gamas:
  - de 250 a más de 1.100 \$/t para una miniplanta siderúrgica, integrada o no con reducción directa, de programa simple (sólo barras) o más diversificado (barras alambre y hierros comerciales);
  - de 1.000 a 3.000 \$/t para una planta siderúrgica integrada clásica.

### III - DEFINICION Y COSTO DE LA CAPACITACION

Al abordar este segundo tema del presente estudio, tenemos que recordar cuáles son las necesidades de personal (naturalmente, personal especializado capacitado) de una moderna planta siderúrgica. Por ello, éste será el objeto del primer párrafo, antes de examinar la situación de las zonas en desarrollo en esta esfera y, finalmente, las diversas formas posibles de resolver el problema, con los costos correspondientes; recordemos que ese problema es: "¿cómo operar eficientemente una planta siderúrgica moderna?".

#### III -1) Necesidades de personal de una planta siderúrgica moderna

A este respecto, debemos subrayar la tendencia, en los últimos años (brevemente descrita en la Parte I del presente estudio) hacia:

- un número muy reducido de personas,
- pero de alto nivel de especialización.

Las figuras 8 y 9, tomadas de una obra recientemente publicada 2), ilustra esa tendencia, y los datos correspondientes deben utilizarse como criterio para cualquier evaluación de las necesidades de personal en cualquier parte del mundo.

El Cuadro VI presenta esos "criterios", expresados en rendimientos óptimos de plantas típicas, que son:

- la miniplanta clásica de una zona industrial, especializada en un producto;
- una miniplanta mayor, de mezcla de productos ligeramente ampliada;
- la misma planta (400.000 t/año), integrada con una planta de reducción directa.

Con fines de comparación, este Cuadro VI presenta algunos rendimientos posibles, en lo que se refiere a la productividad, de una gran planta siderúrgica integrada clásica.

Hay que hacer dos observaciones:

- en primer lugar, en el caso de todas las plantas, si la mezcla de productos es más amplia, las necesidades totales de mano de obra y de horas por tonelada de producto, naturalmente, aumentarán;
- por otra parte, si la infraestructura (definida en el capítulo anterior) ha de ser cada vez mayor, las necesidades correspondientes, en número de personas, aumentarán. Así, tendremos necesidades crecientes, las cuales aumentarán tanto:
  - . el costo de la infraestructura, como
  - . las necesidades de mano de obra y de servicios de capacitación.

### III - 2) Problemas de las zonas en desarrollo

El problema (una vez más: "¿cómo operar eficientemente una moderna planta siderúrgica?") presenta tres facetas que, a menudo, no se comprenden bien:

- a) la primera es considerar el costo normalmente bajo de la mano de obra en las zonas en desarrollo para minimizar los problemas. De hecho, se puede comparar una miniplanta situada en una zona industrializada, por ejemplo los Estados Unidos de América, de 2 horas/t de producto y una mano de obra de 20 dólares de los EE.UU./hora por término medio; el costo por tonelada de producto será, naturalmente:

$$2 \times 20 = 40 \text{ dólares de los EE.UU./t de producto.}$$

Si, en una zona en desarrollo, el costo de la mano de obra es de 2 dólares de los EE.UU./hora, pero la producción de una tonelada requiere 20 horas, el resultado parece ser el mismo:

$$20 \times 2 = 40 \text{ dólares de los EE.UU./t de producto.}$$

De hecho, ello resulta engañoso, ya que, en el segundo caso, el mayor número de personas:

- 1/ exigirá instalaciones adicionales tanto dentro como fuera de la planta, lo que implicará infraestructuras adicionales;
  - 2/ complicará los problemas de la capacitación, que son esenciales;
- b) la segunda es considerar que tanto la solución de la asistencia técnica como la de la capacitación son formas sencillas de resolver el problema. De hecho, éste resulta mucho más complicado:
- 1/ si se opera la planta sólo con personal expatriado competente, se debería obtener el mismo resultado que en una zona industrializada, con el mismo costo, es decir, 40 dólares de los EE.UU./t de producto en nuestros ejemplos. Por desgracia, esto no es cierto, ya que:
    - . los expatriados resultarán más costosos que esas mismas personas en su ambiente natural; de forma que los 40 dólares de los EE.UU./t de producto podrían convertirse en 60 o incluso más ...
    - . el problema de la capacitación de personal local y de la transferencia de competencia, naturalmente, no queda resuelto ...
  - 2/ por ello, aunque consideremos el personal expatriado de asistencia técnica como parte de la solución, hay que cargar el acento en la capacitación. Como veremos, ésta es un proceso complicado que intentaremos describir y presentar ahora;
- c) la tercera se refiere, una vez más, a las infraestructuras. Fuera de la planta misma (véase la figura 7) hay cierto número de instalaciones, y la gestión de esos departamentos es muy importante aunque, a menudo, se subestime. A título de ejemplo, en el Cuadro VII se comparan:



- cifras óptimas clásicas (como las del Cuadro VI),  
y
- un caso típico en el que tenemos que incluir:
  - . reducción directa, y
  - . grandes instalaciones (especificadas en el Cuadro VIII) para diversos servicios, capacitación, etc.

III - 3) Diversas soluciones para explotar eficientemente una planta siderúrgica en las zonas en desarrollo

Una vez más, en lo que se refiere a la infraestructura, utilizaremos el ejemplo de una planta integrada de tamaño medio, la misma que en la segunda parte del presente estudio. ¿Cuáles son las necesidades de personal de una planta de esa clase?

- a) como primera respuesta, para disponer de un criterio, recordaremos que esa planta, en las zonas industrializadas, podría funcionar con chatarra, es decir, con una configuración "semiintegrada" de tamaño reducido, muy eficiente desde el punto de vista de la mano de obra. Suponemos que sería (véase el Cuadro VII) de unas 3 horas/t de producto;
- b) por desgracia, en una zona en desarrollo habrá necesidades adicionales, que pueden dividirse en:
  - la necesidad de una planta de reducción directa, debido a la falta de chatarra;
  - la necesidad de infraestructuras mucho mayores, lo que implica más personal;
  - la necesidad de un programa de capacitación y, probablemente, de un centro de capacitación para aumentar la productividad de todo el personal.

Esto se representa, a título de ejemplo en el Cuadro VIII;

- c) por otra parte, dejando de lado la solución (que puede ser y, en algunos casos, será una forma de

iniciar las operaciones de un gran número de expatriados que se ocuparán de la planta), tenemos que considerar cuál sería el mejor programa de capacitación.

El problema de la capacitación afecta, de hecho, a:

a) 1.380 personas, si se considera la cifra total, o

b) si se hace una desglose por "empleos":

unas 100 personas en puestos de dirección

unas 850 en producción y control, pero hay que recordar que muchas de ellas estarán relacionadas con los suministros y el mantenimiento

unas 200 en mantenimiento general y diversos suministros y almacenes

unas 130 relacionadas con los servicios técnicos, y

unas 100 en el centro de capacitación, o bien, finalmente

c) si se hace un desglose por "niveles":

unos 50 ingenieros o equivalentes

unos 80 capataces

y 250 técnicos

y 1.000 trabajadores.

Hay que subrayar que sólo un número reducido de personas estarán estrechamente relacionadas con la capacitación específica en materia siderúrgica, ;probablemente no más de 150 de las 1.380! De hecho, habrá muchas más personas relacionadas con:

- la especialización para puestos directivos (;calculamos 150!);
- problemas de mantenimiento (;probablemente 300!); y
- diversos oficios generales, como mecánicos, electricistas, etc.

III - 4) Costo de la asistencia técnica y de la capacitación de personal

Naturalmente, resulta imposible dar cifras exactas, ya que todos los casos son diferentes, pero puede ser útil recordar, como referencia, algunos datos:

a) en una planta de esa clase en las zonas industrializadas, es decir, de 650 personas, con un costo medio de 10 a 20 \$/hora (Europa occidental, el Japón o los Estados Unidos de América), el costo será:

de 30 a 60 \$/t de producto, o  
de 12 a 24 M\$/año;

b) si explotamos esa planta en una zona en desarrollo, sólo con personal expatriado y capacitando lentamente personal local para que, por ejemplo, ingresen en la planta 100 personas cada año, el costo será:

- en primer lugar, el de los mismos 650 expatriados, pero éstos probablemente no bastarán en una zona en desarrollo; 900 sería una cifra más realista, con costos adicionales del orden de unos 15 a 20 \$/hora, lo que implicará:

de 61 a 81 \$/t de producto, o  
de 24,3 a 32,4 M\$/año;

- y el costo, que aumentará cada año, del personal local que ingrese en la planta, lo que podría implicar, si se quiere capacitar a las 1.380 personas en 10 años, unas 150 personas por año (tal vez más si la rotación no resulta despreciable):

$150 \times 1.800 \times 5 = 1,35 \text{ M}\$/\text{año}$ ,

si el costo medio es de 5\$/hora.

En otras palabras, esto añadiría unos 1,5 M\$/año, todos los años, más el costo de la capacitación en un centro de educación general, por ejemplo, 1 M\$/año o 2,5 M\$/año;

- c) si la planta funciona sin problemas con sus 1.380 personas, a un costo medio de la mano de obra de 1 a 5 \$/hora, el resultado sería:
- de 6,2 a 33 \$/t de producto, o  
de 2,5 a 12,4 M\$/año.

-----

Teniendo en cuenta esos valores, podemos dar una idea de los costos correspondientes de la capacitación. Pensamos que deben considerarse dos casos diferentes:

1/ Capacitación especializada en una zona en que se ha mejorado la educación, tanto en el nivel general como en el industrial. En otras palabras, antes de construir la planta e, incluso, antes de decidir entrar en la esfera de la industria siderúrgica, la zona o el país podrían comenzar a especializar y capacitar personal, tan pronto como fuera posible:

- en la esfera de la industria siderúrgica (por ejemplo, uno o dos ingenieros al año), o
- en las esferas generales relacionadas con el proyecto, desde la dirección al mantenimiento, la mecánica, la electricidad, la electrónica, etc., y desde el nivel directivo hasta el de los técnicos y trabajadores especializados.

De esta forma, la zona podría contar con cierto número de personas útiles para un proyecto siderúrgico de esa clase, así como para cualquier otro desarrollo industrial. Si se ha logrado ese programa de capacitación cuando se decida el proyecto siderúrgico, la necesidad de personal especializado para el proyecto podrá satisfacerse fácilmente ya que, como queda dicho supra, sólo se requieren 150 personas.

Capacitar esas 150 personas durante, por ejemplo, un año en el extranjero podría implicar, con inclusión de todos los gastos (costo de este personal, viajes y gastos en el

extranjero, costo de la capacitación), de 5 a 10 M\$, lo que es poco en comparación con el costo del proyecto.

2/ Capacitación de todos: en este caso, se estima que habrá que capacitar a casi todo el personal, es decir, a las 1.380 personas que hemos calculado como necesarias para una planta de esa clase:

- dándoles capacitación especializada en la industria siderúrgica (como en el caso 1/), o
- capacitándolas, incluso, en oficios generales y en la "atmósfera" del medio ambiente industrial.

En este caso, el problema podría ser grave y, como se ha dicho ya en relación con la infraestructura, ;se podría llegar muy lejos! Los límites entre el sistema general de educación del país y la capacitación especializada para el proyecto resultan especialmente difíciles de trazar y reconocer. Hay que deducir dos conclusiones importantes:

- la primera es que, si el proyecto siderúrgico se inicia y construye muy rápidamente, el programa general de educación y capacitación se quedará sin duda atrás y, como se ha visto en numerosos casos, surgirán muchas dificultades. La necesidad de asistencia técnica por parte de personal expatriado será grande;
- la segunda es que el costo de esta capacitación que, de hecho, es un remedio para la falta de una educación industrial general y especializada, podría ser muy elevado: en comparación con las cifras mencionadas en el párrafo 1/, los costos podrían ascender a 50 M\$ o más, pero, una vez más, ¿dónde estaría el límite entre el sistema general de educación de esta zona y el programa de capacitación del proyecto?

III - 5) Resumen de la importancia de la capacitación

A modo de resumen, el Cuadro IX presenta los diversos costos relacionados con los aspectos humanos de un proyecto siderúrgico, a saber:

- el costo de personal por tonelada de producto o por año;
- el costo de la asistencia técnica; y
- los diversos costos de la capacitación para las distintas posibilidades.

IV - CONSIDERACION PRACTICA DE LA FUNCION DE LA INFRAESTRUCTURA Y DE LA CAPACITACION DE PERSONAL EN UN PROYECTO SIDERURGICO

De los dos capítulos anteriores y, especialmente, de los Cuadros V y IX, que resumen los aspectos de costo de las infraestructuras y los recursos humanos, sobre todo la capacitación en la industria siderúrgica, se deduce cierto número de consideraciones importantes relativas a:

- los problemas relacionados con un proyecto siderúrgico en una zona en desarrollo;
- la financiación de la infraestructura; y
- la financiación de la capacitación.

Estos serán los tres puntos tratados en este último capítulo del presente estudio.

IV - 1) Problemas relacionados con un proyecto siderúrgico en una zona en desarrollo

El presente estudio plantea, de hecho, el problema esencial del desarrollo insuficiente o, para ser exactos, de las zonas en desarrollo. Si realmente queremos establecer una planta siderúrgica nueva en una zona determinada, las diferencias principales entre un entorno desarrollado y un entorno en desarrollo serán las siguientes:

- en primer lugar, la falta de infraestructuras, y
- en segundo lugar, la falta de recursos humanos capacitados.

Si esos problemas no existen, como ocurre en las zonas industrializadas, se pueden encontrar los problemas usuales de (véase la figura 1):

- seleccionar los productos que deban fabricarse y, en consecuencia, el tipo de trenes laminadores, en relación con el mercado y la mezcla de productos;
- seleccionar los procesos y la "vía" para producir acero, en relación con la disponibilidad de materias primas y el tamaño de la planta.

A partir de ahí, de los cálculos normales se deduce la viabilidad económica, y en los Cuadros X, XI y XII y la figura 10, tomados de la excelente obra, ya citada, de Barnett y Schorsch 2), se presentan datos típicos de costos de explotación y costos de capital.

Cuando se trata de una zona en desarrollo, se plantean los mismos problemas de mercados, mezcla de productos, materias primas y procesos, pero, además, encontraremos los de las dos características principales de una zona de esa clase, ya mencionadas:

infraestructuras, y  
personal capacitado.

Esos dos problemas (véase nuevamente la figura 1) plantean importantes cuestiones económicas y financieras que resumimos a continuación.

#### IV - 2) Costo y financiación de la infraestructura

Como acabamos de decir, la falta de infraestructuras o, para ser exactos, de lo que llamamos infraestructuras de segundo y tercer orden, es una característica de los países en desarrollo. Agregar esa infraestructura a un proyecto siderúrgico tiene mucha importancia: de hecho, si utilizamos nuestras cifras del Cuadro V y los datos de Barnett y Schorsch 2), especialmente los de los Cuadros XI y XII, llegaremos a las conclusiones del Cuadro XIII en relación con los costos de capital de las plantas. Veremos que:

- si se compara lo que se produce en las miniplantas a base de chatarra, en las zonas industriales, y en las miniplantas integradas de las zonas en desarrollo, los costos totales de capital por tonelada aumentan de 250/300 \$/t a 1.000 \$/t o incluso más!
- si se comparan las plantas similares, la diferencia sigue siendo importante, de 850/900 \$/t a 1.000/1.100 \$/t.



Los efectos en el costo por tonelada de producto (véanse nuevamente los Cuadros X y XII, y especialmente el Cuadro XIV) son muy importantes:

- desde unos valores medios de gastos de depreciación e intereses de unos 37 a 48 \$/t para las plantas nuevas (en comparación con los valores medios de 18 a 21 \$/t, si tenemos en cuenta las plantas existentes),
- pasamos a 145 e incluso 170 \$/t.

Esto significa que esos costos impedirían toda rentabilidad del proyecto y toda competencia posible en el mercado. La conclusión parece ser que las infraestructuras necesarias para un proyecto de esa clase deben financiarse en formas diferentes y, en especial, mediante préstamos en condiciones más favorables que los de la planta misma.

Naturalmente resulta imposible, en el ámbito limitado del presente estudio, determinar las posibles fuentes de financiación o las condiciones posibles de esos préstamos (tipos de interés, duración de los períodos de gracia y de reembolso...), pero hemos intentado al menos presentar datos que permitan formular la cuestión.

#### IV - 3) Costo y financiación de la capacitación

El problema de la financiación de la capacitación es diferente del que hemos planteado en relación con las infraestructuras. Y ello por cuatro razones:

- la primera es que su orden de magnitud es menor: de 5 a 50 M\$;
- la segunda es que el efecto en el costo del producto es pequeño. A título de ejemplo, si suponemos 20 M\$ para la capacitación y los amortizamos en 5 años de producción a plena capacidad (es decir,  $5 \times 400.000 = 2 \text{ Mt}$ ), ello implicará sólo 10 \$/t. Si el costo de la mano de obra en la zona de que se trate no es demasiado elevado, se podrá incorporar

al costo de personal y competir aún, posiblemente, con otros productores. De hecho, si volvemos a nuestras cifras (Cuadro 1X) o a las de Barnett y Schorsch 2) (Cuadros X y XII), veremos que el costo de la mano de obra, por tonelada métrica de producto, puede variar ;desde el muy bajo de 6 \$/t hasta cifras normales comprendidas entre 30 y 80 \$/t!

- la tercera es que el costo de la capacitación específica es relativamente pequeño, por ejemplo entre 5 y 10 M\$ para un proyecto siderúrgico del orden de los 500 M\$, es decir, del 1 al 2% del costo total del proyecto;
- la última es que el costo principal guarda relación con la educación general y no con la capacitación específica para la industria siderúrgica.

Este análisis lleva a la conclusión de que:

- la capacitación específica puede financiarse, quizá a plazo corto, como parte del proyecto siderúrgico: no se trata de una suma de dinero importante pero es esencial;
- la capacitación general o, como podemos llamarla, la educación general es un problema más profundo que, para nosotros, no debe ponerse en relación con un solo proyecto industrial como el proyecto siderúrgico mencionado. De hecho, se trata de la vía principal para desarrollar una zona determinada y debe recibir atención especial y financiación también especial.

### CONCLUSIONES

El presente estudio, por su ámbito limitado, no puede resolver, naturalmente, todos los problemas relacionados con la infraestructura y la capacitación de personal en la industria siderúrgica. Sin embargo, puede llevar, muy claramente, a las dos conclusiones siguientes:

- en primer lugar, la falta de infraestructura en una zona en desarrollo puede producir un importante aumento de los costos de capital de un proyecto siderúrgico, que varía entre el 20% y más del 100%, en función de la forma de hacer la comparación. Esto implica gastos adicionales de depreciación e intereses que, de acuerdo con las reglas normales de financiación de las plantas siderúrgicas y de su equipo, impedirán muy a menudo toda rentabilidad del proyecto. Al parecer, se requieren sistemas de financiación especiales para hacer frente a esa situación;
- en segundo lugar, la falta de personal capacitado en una zona en desarrollo es otro inconveniente para la fácil iniciación y explotación de una planta siderúrgica en tal lugar. El problema no es tanto el de la capacitación especializada del reducido número de personas relacionadas con los procesos de fabricación del hierro, fabricación del acero y laminado, sino el de la educación general y el del nivel de los puestos y aptitudes directivos e industriales de todo el personal de la planta. Debe hacerse algo para relacionar esa capacitación especializada con un importante esfuerzo orientado a elevar el nivel general de todos y, en especial, de los que participan en el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Astier (Jacques E.)  
Evolution of the Conception of Iron and Steel Plants  
Segunda Conferencia Siderúrgica Árabe - Bahrain  
(7 al 10 de noviembre de 1983)
- 2) Barnett (Donald F.) y Schorsch (Louis)  
STEEL: Upheaval in a basic industry  
Ballinger Publishing Company  
(1983)
- 3) Metal Bulletin  
The Market and the Mini  
Milán  
(31 de marzo al 1 de abril de 1980)  
Mini Mills: the way ahead  
Viena  
(8 y 9 de marzo de 1982)  
Mini Mills at the crossroads  
Nueva Orleans  
(18 al 20 de marzo de 1984)

CUADRO I

COSTOS DE INVERSION DE LAS DIVERSAS  
CONFIGURACIONES DE LA PLANTA DE REFERENCIA,  
EN MILLONES DE DOLARES DE LOS EE.UU. (1984)

	Costo del equipo	Costo de la infraestructura interna, obras civiles, montaje, construcción	Costo total (véase el Cuadro II)
	M\$	M\$	M\$
Tren laminador sencillo de barras 100.000 t/año	25	15	40
Tren combinado para barras, alambre y perfiles medios 400.000 t/año	60	40	100
El mismo, integrado por horno de arco eléctrico y colada continua de tochos 400.000 t/año	+ 45 = 105	+ 55 = 95	200
El mismo, integrado con una planta de reducción directa por gas natural 400.000 t/año	+ 50 = 155	+ 50 = 145	300

CUADRO I bis

COSTOS DE INVERSION DE LAS DIVERSAS  
CONFIGURACIONES DE LA PLANTA DE REFERENCIA,  
EN DOLARES DE LOS EE.UU. (1984)

	Costo del equipo y de la infraestructura interna		Costo total en dólares por tone- lada anual, sin ninguna infraes- tructura interna
	Costo total M\$	Costo en dólares por M\$ anual	
Tren laminador solo: 100.000 t/año 400.000 t/año	40 100	400 250	400 250
Tren laminador semi- integrado con horno de arco eléctrico y colada continua de tochos (420.000 t/año de tochos) (400.000 t/año de producto)	200	500	500
El mismo, integrado con reducción directa por gas	300	750	750

CUADRO II

**COSTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE PRIMER ORDEN**

(todo en relación con una planta  
de 400.000 t de producto/año)

Partida	Orden de magnitud del costo en M\$
Oficinas principales	10
Laboratorios	3 a 5
Instalaciones de mantenimiento:	
Talleres	10
Almacenes	5
Sistemas generales de transporte y manipulación	5
TOTAL	33 a 35

CUADRO III

COSTO DE ALGUNAS INFRAESTRUCTURAS DE SEGUNDO ORDEN

(todo en relación con una planta  
de 400.000 t de producto/año)

Partida	Orden de magnitud del costo en M\$
<p><u>Viviendas</u> para las familias de 1.380 personas + las instalaciones conexas</p>	<p>30 M\$</p>
<p><u>Suministro de energía</u> sólo se incluyen aquí las conexiones con los sistemas existentes de:</p> <p>Gas natural Fueloil Carbón Energía eléctrica Agua etc.</p>	<p>) ) ) ..... 40 a 60 M\$ ) )</p>



CUADRO IV

ORDEN DE MAGNITUD DEL COSTO DE ALGUNAS  
INFRAESTRUCTURAS DE TERCER ORDEN

(todo en relación con una planta  
de 400.000 t de producto/año)

Partida	Base	Costo total en M\$
Mina de hierro (600.000 t/año de terrones o nódulos ricos)	de 15 a 75 \$/t	10 a 50 M\$* incluso más si hay que cons- truir un ferrocarril o una tubería largos
Campo de gas (de 150 Mm <sup>3</sup> /año)	es difícil dar datos medios	
Central eléctrica (de 400 GWh/año) y 140 MW	de 500 \$ a 1.000 \$ por MW	70 a 140 M\$
Insumo de agua (de 3 Mm <sup>3</sup> /año)		1 a 5 M\$ incluso más si se encuentra lejos
Puerto	es difícil dar datos medios	

\* Podrían añadirse unos 25 a 35 M\$ si se necesitara una planta de nodulización.

CUADRO V

DIVERSOS COSTOS DE UNA PLANTA SIDERURGICA,  
CON INFRAESTRUCTURA  
(costo total en M\$)

	Costo total de la planta			Infraestructura adicional	
	Equipo	Infraestructura interna	1 <sup>er</sup> orden	2 <sup>o</sup> orden	3 <sup>er</sup> orden
Tren laminador 100.000 t/año	15 a 25	+ 10 a 15 25 a 40	+ 5 a 10 30 a 50	+ 2 a 10 hasta 60	?
Minilaminador clásico semiintegrado 200.000 t/año	55	+ 40 = 95	+ 5 = 50	---	---
Miniplanta diversificada semiintegrada 400.000 t/año	105	+ 95 = 200	= 30 = 230	+ 10 a 50 hasta 280	?
Planta siderúrgica integrada con reducción directa 400.000 t/año	155	+ 145 = 300	+ 40 = 340	+ 70 a 100 410 a 440	+ ?
Planta siderúrgica integrada clásica 2 Mt/año	total 2.500 a 3.000			→	puede ser de 4.000 a 6.000
Planta siderúrgica integrada clásica 4 Mt/año	total 4.000 a 5.000			→	puede ser de 6.000 a 8.000

CUADRO VI

DIVERSOS RECURSOS HUMANOS DE LOS MINILAMINADORES  
Y DE LAS PLANTAS SIDERURGICAS DE TAMAÑO MEDIO

CATEGORIA	PERSONAL	PRODUCCION	RELACION
Minilaminador 200.000 t/año	230 personas (200 x 1.800 horas)	Un producto, como barras de una gama limitada de diámetros	Unas 900 t/hombre o 2 horas/t
Planta de tamaño medio 400.000 t/año	650 personas (650 x 1.800 horas)	Productos diver- sos: barras, alambre, hierro comercial	Unas 600 t/hombre o 3 horas/t
La misma + reducción directa 400.000 t/año	750 personas (750 x 1.800 horas)	La misma.	Unas 500 t/hombre o unas 3,4 horas/t
<u>Con fines de comparación:</u> Planta integrada clásica de gran escala 3 Mt/año	6.600 a 8.300 personas	Un producto: rollo laminado en caliente	Unas 360 a 450 t/hombre o unas 4 a 5 horas/t

CUADRO VII

NECESIDADES DE MANO DE OBRA DE UNA PLANTA  
DE TAMAÑO MEDIO  
(400.000 t/año)

	<u>a</u> Explotación óptima	<u>b</u> Caso típico (véase el Cuadro VIII)	Necesidades adicionales de <u>a</u> a <u>b</u>
<u>Instalaciones de producción:</u>			
Taller siderúrgico	150	260	+ 110
Tren laminador	150	200	+ 50
Planta de reducción directa	---	140	+ 140
<u>Infraestructuras de primer orden</u>			
Oficinas principales, laboratorios, mantenimiento (talleres, almacenes, etc.)	265	550	+ 285
<u>Infraestructuras de segundo orden</u>			
Suministro de energía (gas, agua, electricidad, etc.)	85	130	+ 45
Vivienda	0	?	?
<u>Infraestructuras de tercer orden</u>			
Centro técnico	0	Difíciles de apreciar: varían según los casos <hr/> 100	?  <hr/> + 100
<b>TOTAL</b> =====	650 personas que corresponden a 600 t/hombre y 3 horas/t de productos	1.380	+ 730 pero varían según los casos

CUADRO VIII

DESGLOSE DE LOS SERVICIOS TECNICOS, DIRECTIVOS  
Y ADMINISTRATIVOS

(planta de tamaño medio, 400.000 t/año)

Designación	Número total en el caso típico <u>b</u> del Cuadro VII	Número probable en una zona industrializada
Dirección general de ventas de producción y administración	100	70
Laboratorios	50	30
Taller central	150	50
Almacenes de piezas de respuesto y diversos suministros	50	30
Manipulación y transporte	140	55
Seguridad	60	30
<u>Servicios técnicos:</u>		
Dirección	15 )	85
Suministro de gas natural	21 )	
Suministro de energía eléctrica	22 )	
Suministro de agua	21 )	
Suministro de oxígeno	30 )	
Suministro de aire comprimido	21 )	
<u>Producción de:</u>		
Gas natural	?	0
Energía eléctrica		
Agua		
---		
Mineral de hierro, preparación y nodulización del mineral	(podría ser del orden de 300)	0
Centro de capacitación, etc.	100	0
<u>TOTAL</u>	780	350

CUADRO IX

COSTO DE LA MANO DE OBRA Y COSTOS DE LA ASISTENCIA TECNICA Y DE LA CAPACITACION

(todo en relación con la planta de referencia de 400.000 t de producto/año)

	Costo por tonelada de producto, en \$	Costo por año, en M\$	Costo total de la capacitación
1) Referencia: Miniplanta siderúrgica clásica para barras	2 h/t x 15 \$/ hora = 30 \$/t	12 M\$	---
2) Referencia: Miniplanta siderúrgica diversificada, para barras, alambre y hierro comercial	3 h/t x 15 \$/ hora = 45 \$/t	18 M\$	---
3) Explotación de la planta de referencia 2) en una zona en desarrollo, con personal expatriado y capacitación gradual de la mano de obra	4,05 h/t x 20 \$/ hora = 81 \$/t	32,4 M\$ + alrededor de 2,5 M\$ cada año para capacitación de mano de obra local	En 10 años, unos 25 M\$*
3b) Explotación sólo con personal local (si está suficientemente capacitado)	6,2 h/t x 1 \$/ hora = 6,2 \$/t o 6,2 h/t x 5 \$/ hora = 31 \$/t	2,5 M\$ o 12,4 M\$	
A) Costo de la capacitación específica	---	---	5 a 10 M\$*
B) Costo de la capacitación general de todo el personal	---	---	50 M\$ o incluso más*

\* Más, naturalmente, el costo del personal capacitado.

CUADRO X

COSTOS COMPARATIVOS DE PRODUCCION,  
EN 1981, DEL ALAMBRE,  
tomado de Barnett y Schorsch 2)

(en dólares de los EE.UU. de 1981<sup>a/</sup> por tonelada  
neta de 907 kg a tasas de explotación normales<sup>b/</sup>)

	Integrada			Minilaminador		
	EE.UU.	Alemania O.	Japón	EE.UU.	Alemania O.	Japón
Mano de obra	131	84	51	60	45	37
Mineral de hierro	62	50	49	-	-	-
Chatarra comprada <sup>c/</sup>	15	5	3	93	96	96
Hulla o coque	52	75	59	-	-	-
Otra energía	46	37	40	45	52	51
Otros costos <sup>d/</sup>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>69</u>	<u>68</u>
Costos de explotación	372	312	266	263	262	252
Depreciación	12	14	16	11	12	11
Intereses	5	8	18	7	8	10
Gravámenes diversos	5	2	4	3	1	2
TOTAL DE COSTOS <sup>e/</sup>	<u>393</u>	<u>336</u>	<u>304</u>	<u>284</u>	<u>283</u>	<u>275</u>

a/ Los tipos de cambio en 1981, a 2,26 DM/\$ y 230 Y/\$, se separaban un tanto de su relación histórica. Como consecuencia, es posible que los costos de producción en los EE.UU., especialmente en relación con los estimados para Europa, resulten ligeramente estimados por exceso.

b/ En el caso de las plantas integradas, se han utilizado tasas medias de utilización de la capacidad entre 1977 y 1981, para evitar las anomalías de cualquier año determinado. En el caso de los EE.UU. la utilización de la capacidad fue por término medio del 80%, y en el de Alemania Occidental y el Japón, del 65%. En el caso de los minilaminadores, se ha supuesto en todos los casos una utilización de la capacidad del 85%, lo que se acerca al promedio del último quinquenio.

c/ Se han utilizado precios medios de la chatarra en 1980-81, porque resultan más típicos de la relación a largo plazo que los de 1981.

d/ Con inclusión de agentes de aleación, fundentes, materiales refractarios, laminadores, etc.

e/ Con exclusión de todo rendimiento del capital.

Fuentes: Cifras estimadas por los autores a partir de datos contenidos en informes anuales (por ejemplo, Korfsteel, Tokyo Steel, Florida Steel, etc.), Metal Bulletin, World Steel Dynamics, Core Report Q (Nueva York: Paine Webber, Mitchell Hutchins, 1982), etc.

COSTOS COMPARATIVOS DE CAPITAL EN 1981,  
PARA PLANTAS DE ALAMBRE,  
tomado de Barnett y Schorsch 2)

(en dólares de los EE.UU. de 1981 por tonelada  
neta de 907 kg de alambre<sup>a/</sup> por año,  
al 90% de tasa de explotación)

	Proceso	Insumo/Producto	Acumulativo
<b>A. Plantas integradas</b>			
Sinterización	89	0,15	
Hornos de coque	305		
Sinterizado/MC		0,15	
Coque/MC		0,45	
Altos hornos	200		351
MC/AC		0,80	
HOB:			
Fusión	90		
Colada de tochos	48	138	419
Tochos/Varillas		1,065	
Laminación de varillas	179		<u>625</u>
Total			625
<b>B. Minilaminadores</b>			
Horno eléctrico			
Fusión	98		
Colada de tochos	38	136	136
Tochos/Varillas		1,05	
Laminación de varillas	157		<u>300</u>
Total			300

a/ Se han asignado a todas las instalaciones los gastos generales (por ejemplo, edificios para oficinas) y de infraestructura (por ejemplo, fontanería, conducciones eléctricas, etc.). La manipulación del mineral y del carbón se ha asignado a las instalaciones que los utilizan (sinterizado, hornos de coque y altos hornos). No se han incluido los costos de preparación del emplazamiento y de financiación durante la construcción. Ambas plantas tienen una capacidad de 750.000 toneladas de alambre. La capacidad de la miniplanta es de 750.000 toneladas; la de la planta integrada, de 4 millones de toneladas.



CUADRO XII

COMPARACION DE LOS COSTOS TOTALES  
DE PRODUCCION EN 1981,  
tomado de Barnett y Schorsch 2)

Para chapa laminada en frío y alambre,  
para plantas integradas y minilaminadores y  
para plantas actuales y nuevas plantas

(en dólares de los EE.UU. de 1981 por tonelada  
neta, al 90% de tasa de explotación)

	Plantas actuales			Nuevas plantas		
	Integradas		Minilami- nadores	Integradas		Minilami- nadores
	Chapa	Alambre	Alambre	Chapa <sup>a/</sup>	Alambre <sup>b/</sup>	Alambre <sup>c/</sup>
Mano de obra	139	127	59	86	73	35
Mineral de hierro	62	61	-	62	60	-
Chatarra	15	14	93	15	14	92
Hulla o coque	53	51	-	42	39	-
Otra energía	53	45	45	41	35	40
Otros costos	82	65	65	70	55	58
Costos de explotación	404	363	262	316	276	255
Depreciación <sup>d/</sup>	16	10	10	92	48	21
Intereses <sup>e/</sup>	6	4	7	72	38	18
Gravámenes	6	4	3	12	8	4
Total de costos <sup>f/</sup>	432	381	282	492	370	268
Precios de lista	486	419	419	486	419	419

a/ Planta de 4 millones de toneladas.

b/ Planta de 4 millones de toneladas que produce barras, varillas y 0,75 millones de toneladas de alambre para estructuras ligeras.

c/ Planta de 0,75 millones de toneladas, todas de alambre.

d/ Costos de capital de las nuevas plantas ( ), amortizados en 15 años. La depreciación incluye también la amortización de los intereses de la construcción: 12 \$ por tonelada de chapa y 6 \$ por tonelada de alambre en las integradas, y 1 \$ por tonelada de alambre en los minilaminadores. Ello corresponde a un período de construcción de 5 años para las integradas y de 2 años para los minilaminadores.

e/ Se ha supuesto una deuda del 50% al 12% de interés, y un 50% de capital en acciones.

f/ Con exclusión de todo rendimiento del capital. Para un mismo rendimiento, las nuevas plantas deberán ganar más en términos absolutos que las plantas actuales, y las nuevas plantas integradas más que los nuevos minilaminadores.

Fuentes: Estimaciones de los autores, basadas en World Steel Dynamics, Core Reports I & Q (Nueva York, Paine Webber, 1979 y 1982); Tex Reports (Tokio, varios años); TPM Cost Manual (Washington, D.C., Departamento de Comercio de los EE.UU., varios números); y datos suministrados por diversas compañías siderúrgicas y proveedores de equipo.

CUADRO XIII

COMPARACION DE LOS COSTOS DE CAPITAL DE LOS  
PROYECTOS SIDERURGICOS EN LAS ZONAS EN DESARROLLO  
Y EN LAS ZONAS DESARROLLADAS

(a partir de los Cuadros V y XI, en dólares  
de los EE.UU. por tonelada métrica)

	Zonas desarrolladas		Zonas en desarrollo	
	Costo total M\$	\$ por tone- lada anual	Costo total M\$	\$ por tone- lada anual
<u>Minilaminadores clásicos:</u>				
Para barras 200.000 t/año	50	250	---	---
Para alambre 750.000 t/año	247,5	330	---	---
<u>Minilaminador integrado con reducción directa:</u>				
Barras, alambre y hierro comercial 400.000 t/año	340 a 360	850 a 900	400 a 440 o más	1.000 a 1.100 o más

COMPARACION DE LOS GASTOS DE DEPRECIACION  
E INTERESES

(en dólares de los EE.UU. por tonelada  
métrica de producto)

	Zonas desarrolladas (véanse los Cuadros X y XIII)	Zonas en desarrollo (véase el Cuadro XIII, a un promedio de 1.000 \$/t)	
		1	2
Depreciación en 15 años	$\frac{330}{15} = 22$ $+ \frac{1}{23}$ (para barras, unos 18)	$\frac{1.000}{15} = 67$ $+ \frac{3}{70}$	
Intereses con una deuda del 50%	$165 \times \frac{15}{100} = 24,75$ (para barras, 18,75)	$500 \times \frac{15}{100} = 75$	---
deuda del 66%	---	---	$666 \times \frac{15}{100} = 100$
Total para una tonelada de alambre	47,75		
Total para una tonelada de barras	36,75	145	170

Figura 1

DISEÑO DE UNA PLANTA SIDERURGICA

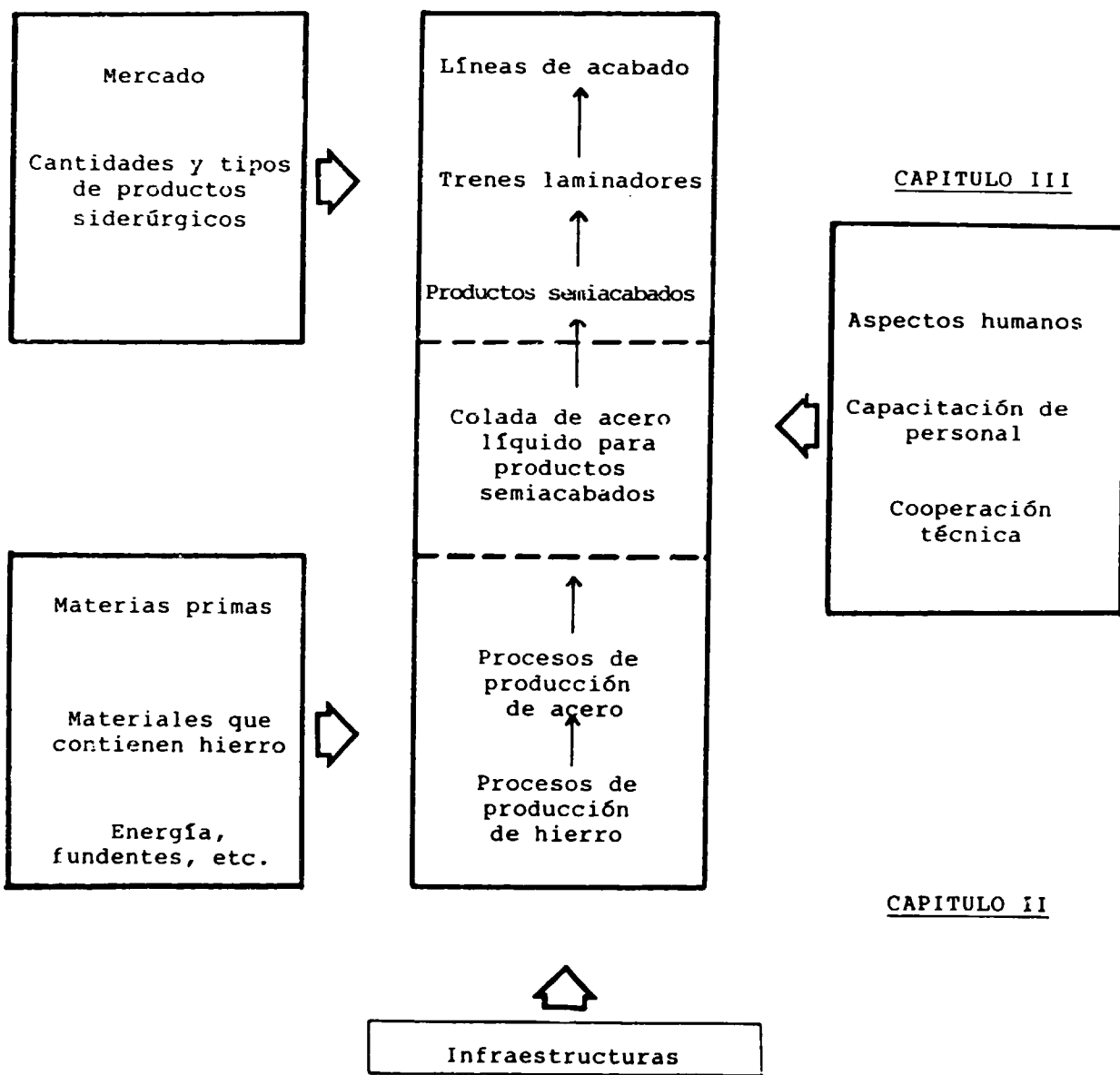


Figura 2

CAPACIDAD MEDIA DE LOS MODERNOS  
TRENES LAMINADORES

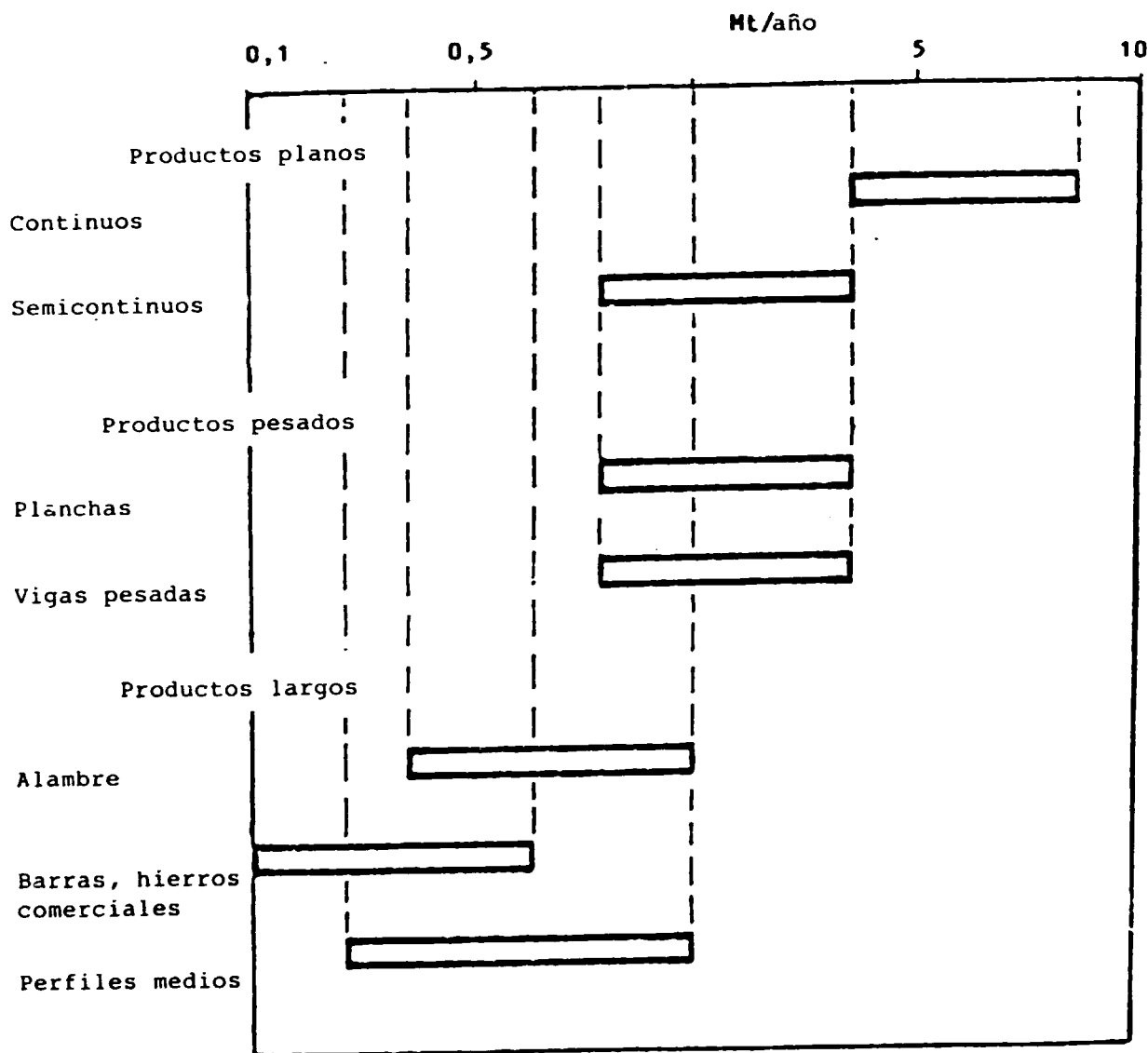


Figura 3

DIVERSOS PROCESOS Y VIAS PARA  
PRODUCIR ACERO LIQUIDO

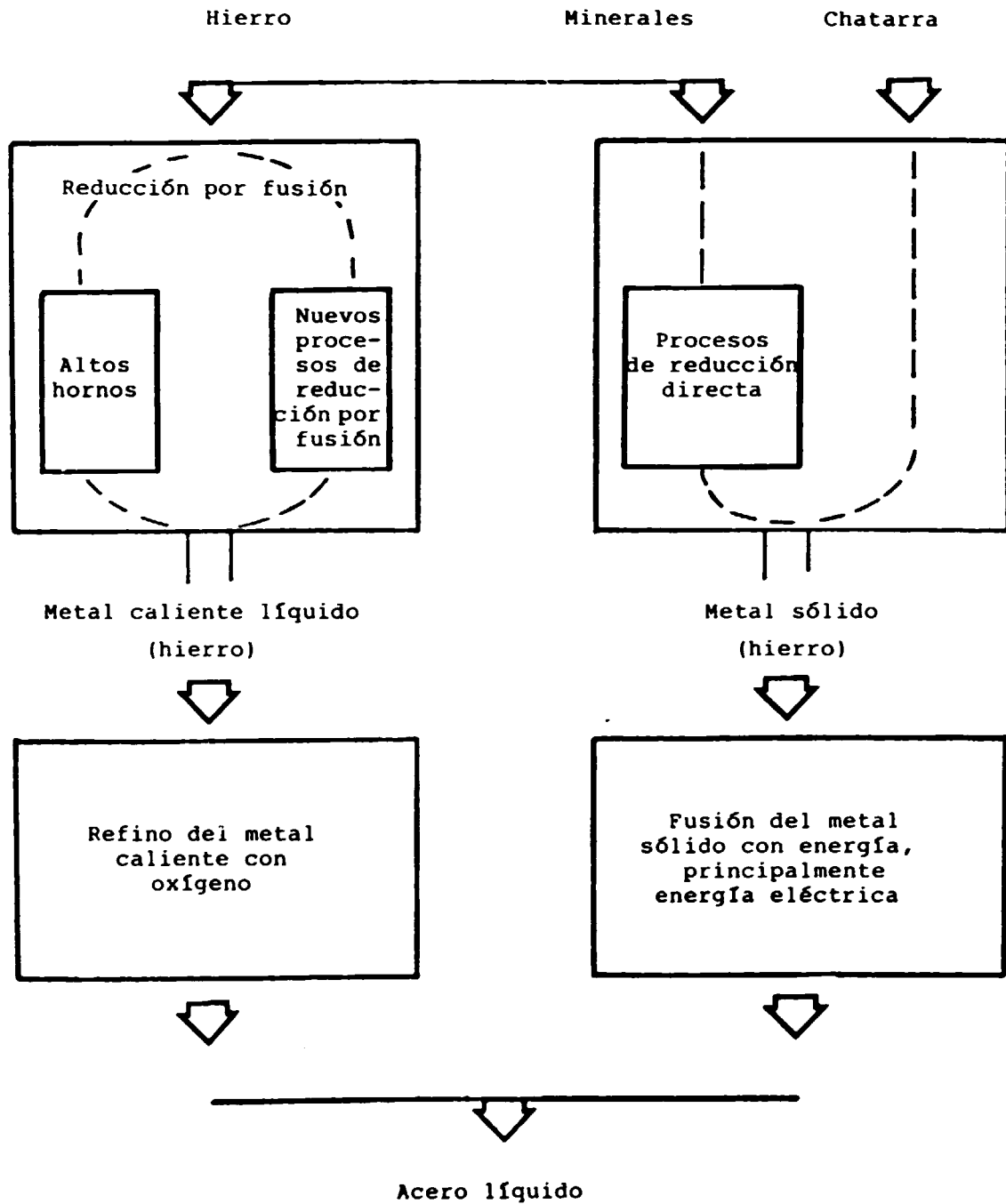


Figura 4

LOS DOS TIPOS DE PLANTAS SIDERURGICAS  
DE LAS ZONAS INDUSTRIALIZADAS

Procesos y Capacidad vía t de acero/ año	"Clásica" con alto horno y convertidor de oxígeno	con horno de arco eléctrico, a base de chatarra	con horno de arco eléctrico y reducción directa
Menos de 100.000	Estas plantas están desapareciendo	Evolución de las miniplan- tas siderúrgi- cas de produc- tos largos	Difíciles (demasiado pequeñas)
100.000 a 1.000.000			Difíciles por razones económicas
1.000.000 a 5.000.000	Evolución de la gran planta integrada de productos planos		Difíciles (demasiado grandes)
Más de 5.000.000			

Figura 5

LOS DOS TIPOS DE PLANTAS SIDERURGICAS  
DE LAS ZONAS EN DESARROLLO

Procesos y Capacidad de acero/año	"Clásica" con alto horno y convertidor de oxígeno	con horno de arco eléctrico, a base de chatarra	con horno de arco eléctrico y reducción directa
Menos de 100.000	Posibilidades, especialmente con carbón vegetal y también con hulla	Miniplantas siderúrgicas	Difíciles (demasiado pequeñas)
100.000 a 1.000.000		Limitadas por la disponibilidad de chatarra	Plantas de escala media y grande
1.000.000 a 5.000.000			
Más de 5.000.000	LIMITADAS POR EL VOLUMEN DEL MERCADO	LIMITADAS POR EL VOLUMEN DEL MERCADO	LIMITADAS POR EL VOLUMEN DEL MERCADO



Figura 6

CONFIGURACIONES ESQUEMATICAS DE UNA PLANTA  
SIDERURGICA DE TAMAÑO MEDIO

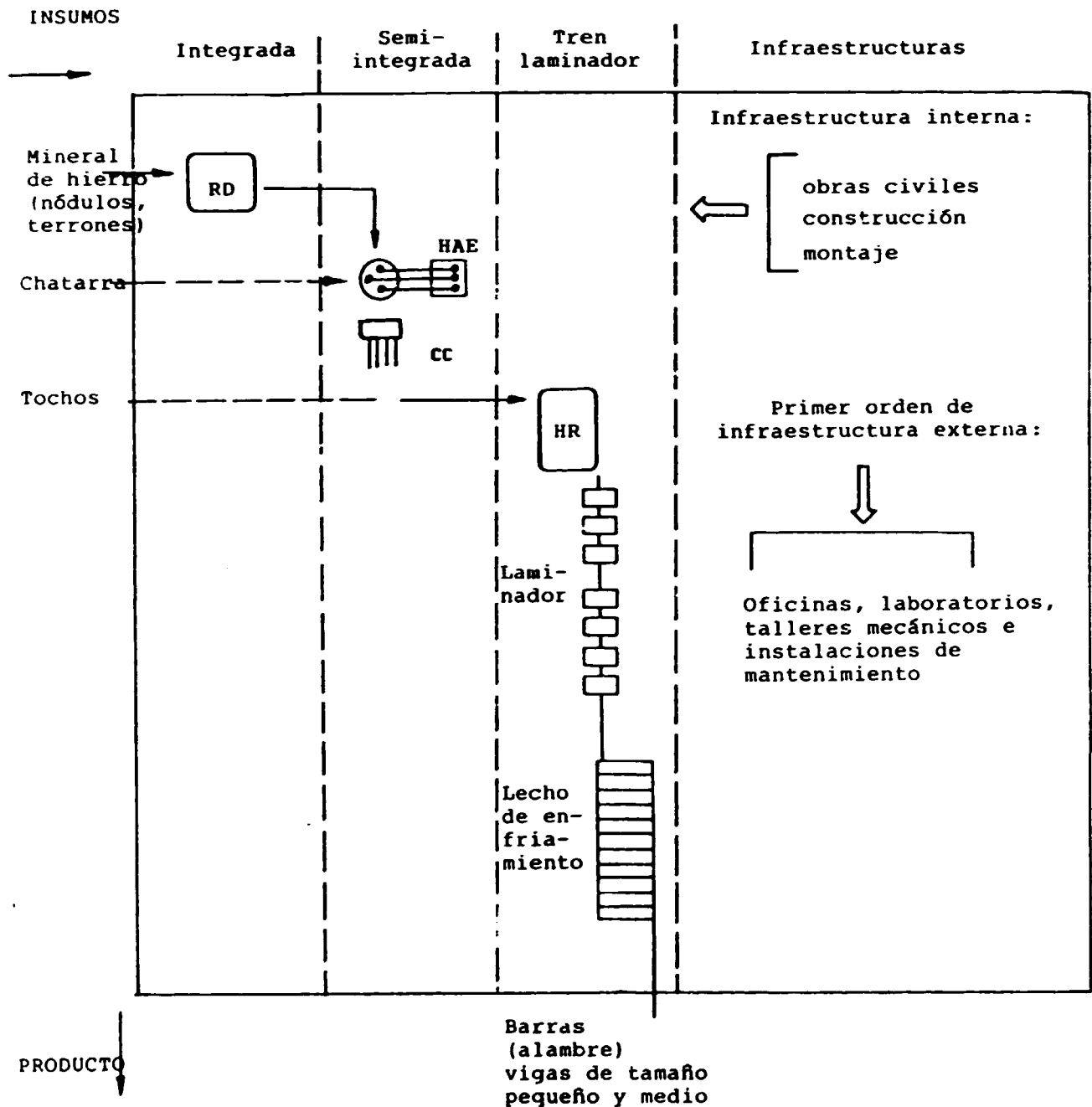


Figura 7

**DIVERSAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA  
UNA PLANTA SIDERURGICA DE TAMAÑO MEDIO**

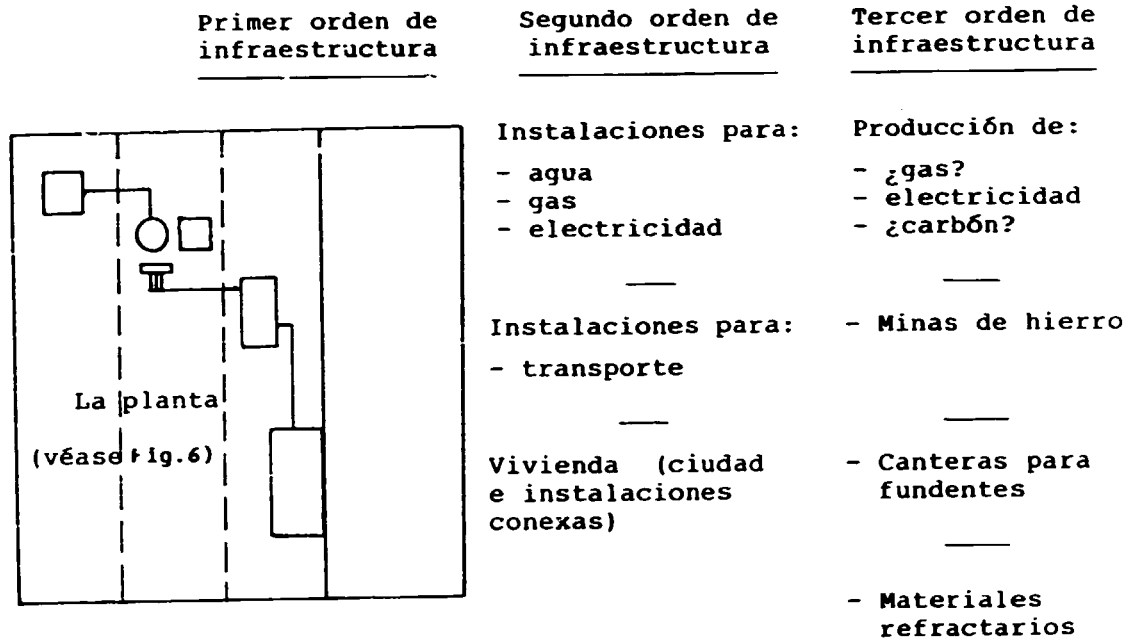


Figura 8

EVOLUCION DE LA PRODUCTIVIDAD  
(HHPT: HOMBRE-HORA POR TONELADA NETA), POR  
PROCESOS, EN LOS LAMINADORES INTEGRADOS,  
tomado de Barnett y Schorsch 2)

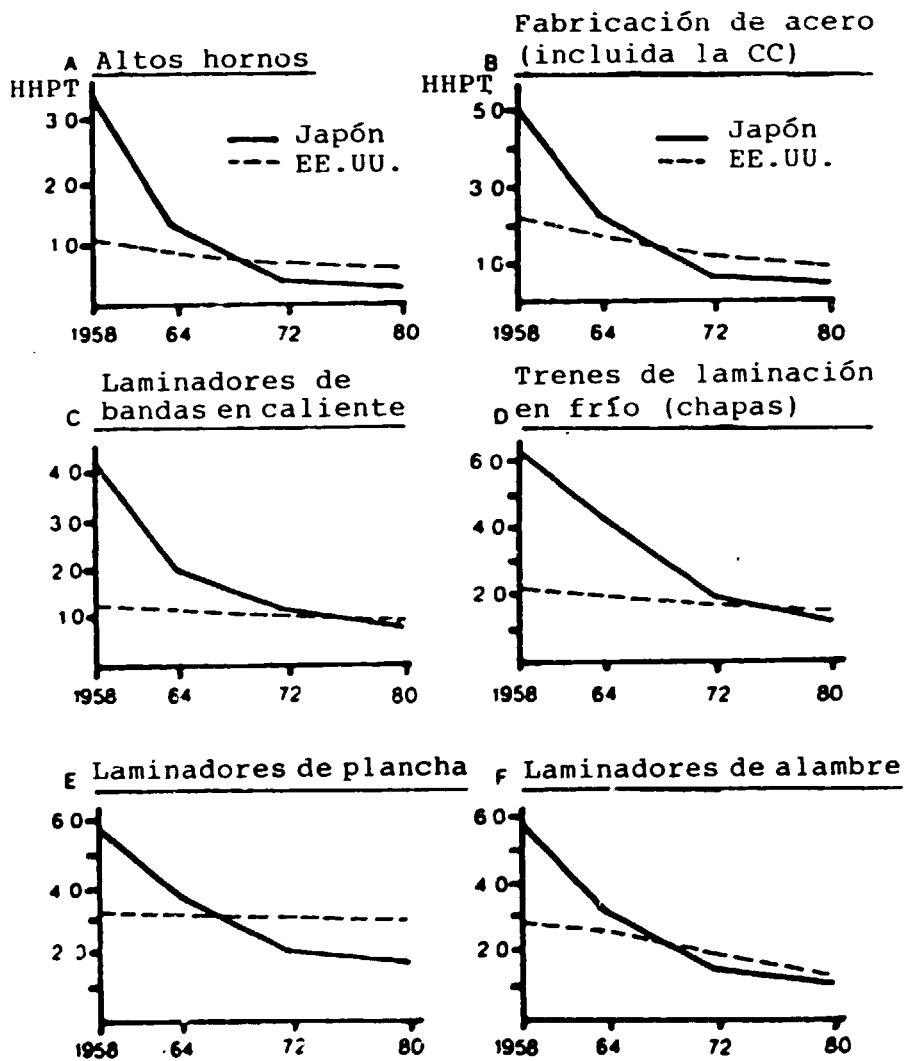
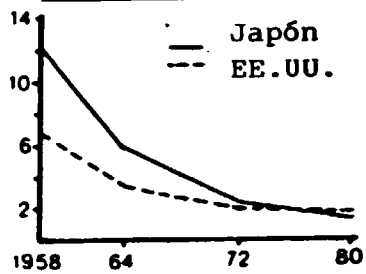


Figura 9

EVOLUCION DE LA PRODUCTIVIDAD  
(HHPT: HORAS-HOMBRE POR TONELADA NETA),  
POR PROCESOS, DE LOS MINILAMINADORES,  
tomado de Barnett y Schorsch 2)

A Fabricación de acero  
con horno eléctrico  
(incluida la CC)  
HHPT



B Laminadores de alambre  
HHPT

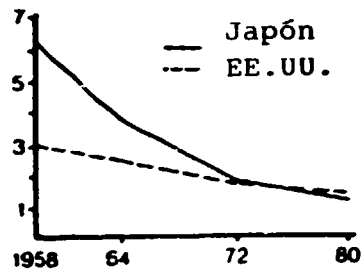
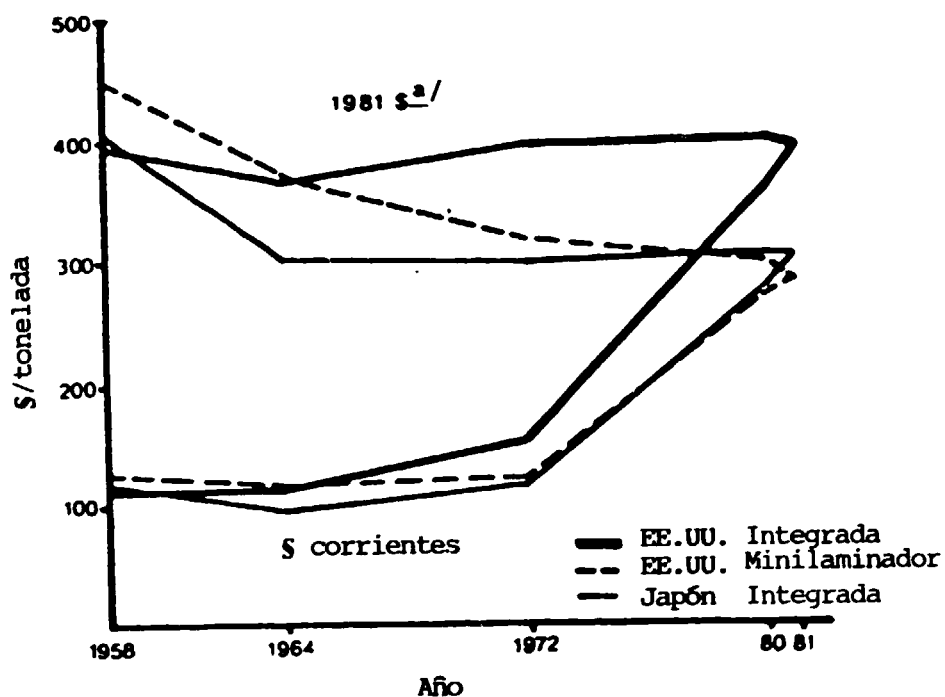


Figura 10

EVOLUCION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION  
DEL ALAMBRE,

tomado de Barnett y Schorsch 2)

(en dólares de los EE.UU. de 1981<sup>a/</sup>  
por tonelada neta de 907 kg)



a/ En la conversión de dólares corrientes a dólares de 1981 se ha utilizado el índice de precios de productor de los productos industriales del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, Oficina de Estadísticas de Trabajo.