



**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)

RESTRICTED

DP/ID/BER.A/6  
3 septiembre 1975  
Español  
Original: Español/Inglés

06781

(R) **ASISTENCIA  
A LA  
PLANTA  
SIDERURGICA  
DE CHIMBOTE**

DP/PER/72/029

PERU.

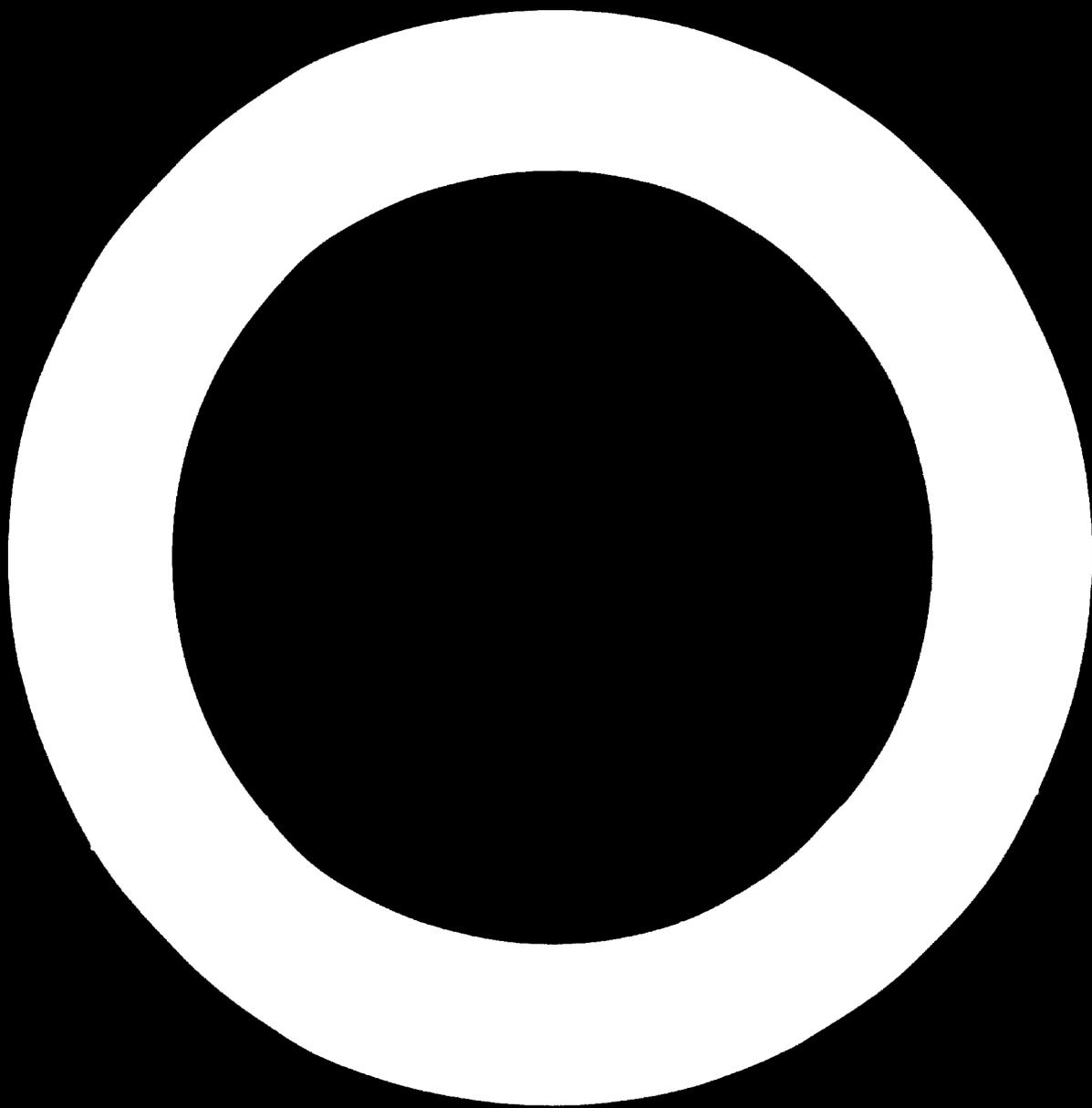
Informe técnico:  
**FABRICACION DE ACERO  
EN CONVERTIDORES DE OXIGENO  
Y HORNOS ELECTRICOS**

Preparado para el Gobierno del Perú  
por la  
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  
en calidad de organismo ejecutor  
del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche



Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

ASISTENCIA A LA PLANTA SIDERURGICA DE CHIMBOLE

DP/PER/7.0/029

Informe técnico: fabricación de acero en convertidores  
de oxígeno y hornos eléctricos

Preparado para el Gobierno del Perú por la Organización  
de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,  
organismo de ejecución del Programa de las  
Naciones Unidas para el Desarrollo

Basado en la labor del Sr. Tochowicz, experto en convertidores  
de oxígeno y hornos eléctricos

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  
Viena, 1975

Notas explicativas

El término "toneladas" se refiere a toneladas métricas

Se ha utilizado la siguiente abreviatura:

Siderperú: Empresa Siderúrgica del Perú

---

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de las delimitaciones de sus fronteras.

## RESUMEN

En el presente informe final se describe la labor realizada por un experto de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), del 16 de abril de 1974 hasta el 13 de mayo de 1975, en la planta siderúrgica de Siderperú, situada en Chimbote, y en la oficina de Lima del proyecto de Siderperú. El objetivo de la labor del experto consistió en mejorar la producción de acero de la planta de Chimbote tanto con respecto a calidad como a la cantidad, capacitar personal de contraparte, organizar mejor la planificación de la producción, prestar asistencia a la planta para iniciar la producción de nuevos tipos de acero y preparar una evaluación de los estudios técnicos y económicos realizados con miras a la ampliación de dicha planta.

El plan de trabajo se llevó a cabo en cooperación con el personal y los departamentos de control de calidad y planificación de la planta siderúrgica. El resultado fue que se consiguió mejorar notablemente la calidad de algunos de los tipos de acero más importantes para la planta. Aumentó la productividad, sobre todo en el taller de fundición eléctrica, y mejoraron asimismo los métodos de planificación y preparación de informes en la planta siderúrgica. El experto también capacitó al personal de contraparte en muchas esferas relacionadas con la producción de acero. Asimismo, preparó algunas instrucciones nuevas para la fabricación de acero, cuadros de carga para los hornos eléctricos, cifras para horarios de trabajo y modelos de documentos de planificación.

A fin de facilitar la preparación del nuevo personal destinado a la planta ampliada de Chimbote, se establecieron relaciones con la Universidad de Trujillo, con la cual se discutió la posibilidad de capacitar ingenieros metalúrgicos en dicha Universidad, y se preparó el programa de estudios.

Mientras trabajaba en la oficina del proyecto de Siderperú en Lima, el experto preparó su evaluación de la propuesta de ampliar la planta de Chimbote para que produzca más de 2 millones de toneladas anuales de acero. El experto presentó su evaluación al órgano administrativo de Siderperú y a la planta siderúrgica de Chimbote.

## Indice

INTRODUCCION	<u>Página</u> 1
--------------	--------------------

### Capitulos

I. RECOMENDACIONES	3
II. RESULTADOS	6

### Anexos

I. Plan de trabajo del experto	9
II. Práctica estándar	10
III. Tabla de carga por su grado de desoxidación	12
IV. Opinión del estudio técnico económico para la ampliación integral de la planta siderúrgica de Chimbote	13
V. Conferencias pronunciadas por el experto para el personal de la planta siderúrgica de Chimbote	27
VI. Descripción de empleo	28

## INTRODUCCION

En la actualidad, la única planta siderúrgica con que cuenta el Perú se encuentra en Chimbote. Tiene una producción aproximada de 500.000 toneladas anuales de acero, que sólo viene a cubrir un 30% de la demanda interior de productos siderúrgicos del Perú. La producción de la planta existente podría aumentar hasta unas 600.000 toneladas anuales de acero. El acero que producía no era de la mejor calidad. Se tropezaba con dificultades en la fabricación de muchos tipos de acero y gran parte de la producción se rechazaba debido a defectos materiales. Las dificultades se planteaban especialmente en la producción de acero efervescente para ciertos tipos de chapas y en la producción de acero semicalmado para otros productos determinados. El rendimiento del material fabricado a partir de esos tipos de acero era muy bajo, lo cual reducía aún más la posibilidad de satisfacer la demanda interior de productos siderúrgicos. Además, esta demanda aumentará rápidamente como consecuencia de la planeada expansión de la industria del país. Todo eso, unido a los elevadísimos precios de los productos siderúrgicos en el mercado mundial, obligaba a mejorar cuanto antes la calidad del acero y a aumentar la producción de la planta existente.

La planta siderúrgica de Chimbote no producía una gama muy amplia de aceros y a menudo los clientes pedían que fabricase nuevos tipos de este material. La producción de aceros nuevos siempre ha planteado muchas dificultades. Los costos de producción de los productos siderúrgicos no eran tan bajos como pudieran haber sido a causa de dificultades técnicas de producción y de problemas con las materias primas.

Como consecuencia de todo ello, se formuló la propuesta de invitar a un experto que, en colaboración con el personal de Chimbote, contribuyera a elevar la calidad de los productos de la planta y a aumentar la productividad y mejorar el rendimiento económico de la misma.

Se preparó en el Perú cierto número de proyectos de construcción de nuevas plantas siderúrgicas, el más importante de los cuales fue el de ampliación de la planta de Chimbote. A los organismos administrativos de Siderperú y a la planta siderúrgica de Chimbote les interesaba que el experto hiciese una evaluación de dicho proyecto.

La planta siderúrgica de Chimbote se construyó en 1958. Cuenta con dos hornos eléctricos de 30 toneladas cada uno y dos hornos básicos de oxígeno

de 50 toneladas cada uno. Un alto horno suministra unas 900 toneladas diarias de arrabi. La lintarra proviene de los talleres de laminación de Chimbote, se compra en el país o se importa de otros países. Hay una instalación de colada continua que funciona en combinación con los hornos básicos de oxígeno en la cual se funde la mayor parte del acero de dichos hornos. Todo el acero producido en los hornos eléctricos y el resto de la producción del horno básico de oxígeno se moldea en lingoteras. Debido a problemas de ubicación, es imposible fundir el acero de los hornos eléctricos en la planta de colada continua. Hay una planta de oxígeno que produce el oxígeno suficiente para todos los convertidores que funcionan en las instalaciones de hornos básicos de oxígeno. También hay oxígeno para los hornos eléctricos.

Como parte de los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad del acero y la productividad de la planta, se preparó el 14 de septiembre de 1973 un proyecto de tres meses (DP/PEP/72/029) relativo a los servicios de un experto en fabricación de acero en convertidores de oxígeno y hornos eléctricos, dentro del proyecto general de asistencia a la planta siderúrgica de Chimbote. El 6 de mayo de 1974, se amplió a 7 meses la duración del proyecto.

La misión del experto empezó el 16 de octubre de 1974 y terminó el 14 de mayo de 1975. Durante este período, el experto trabajó con arreglo al plan que había preparado (anexo 1). Pasó los primeros cinco meses y medio en Chimbote y el mes y medio restante, en Lima. Debido a las circunstancias imperantes en una acería, el experto trabajó en Chimbote seis días por semana.

## I. RECOMENDACIONES

Mientras trabajaba en la acería, el experto firmó un informe con las recomendaciones relativas a las prácticas a seguir en la fundición de acero. Se adquirió la costumbre de discutir cada problema técnico que se planteaba con los ingenieros, los técnicos y los trabajadores especializados de la planta. Algunas de estas recomendaciones se prepararon en forma de instrucciones escritas. El anexo II contiene una muestra de tales instrucciones (práctica normalizada para la producción de acero de tipo 100); el experto también ha preparado instrucciones para otros tipos de acero (100, 100, 010).

El experto ha preparado algunos cuadros, entre los cuales figura un cuadro nuevo para preparar las cargas de los hornos eléctricos y cuadros de temperaturas de colada para los tipos de acero producidos. Como ejemplo, se encontrará en el anexo III un cuadro para la preparación de cargas para los hornos eléctricos. A continuación se indican algunas de las recomendaciones más importantes que se desprenden de la misión del experto. Para aumentar la productividad de los hornos básicos de oxígeno, es preciso que el alto horno pueda suministrar la cantidad adecuada de arrabio de buena calidad. Por consiguiente, es necesario impedir que vuelvan a producirse las situaciones de escasez de materias primas para el alto horno (coque, nódulos, etc.), que antes eran frecuentes. Asimismo, no debe cargarse directamente el alto horno con mineral de manganeso en polvo. El mineral de manganeso debe añadirse a las materias primas cuando se producen nódulos, o debe utilizarse en los hornos básicos de oxígeno arrabio con bajo contenido de manganeso. Como se demostró durante la misión del experto, este método de producción resulta posible en la práctica.

Se observó -y quedó demostrado- que, en las condiciones reinantes en los hornos básicos de oxígeno de Chimbote, era posible preparar durante los dos últimos días, aproximadamente, de cada campaña de convertidor cierta cantidad de oxígeno líquido en el almacén, y suficiente arrabio en el mezclador, para que los dos hornos básicos de oxígeno pudieran funcionar simultáneamente, si se daban determinadas condiciones en las instalaciones de colada continua y en el foso de colada. Ello permite aumentar hasta en un 10% la producción de los hornos básicos de oxígeno. Para aumentar la productividad de los hornos eléctricos, debe reducirse el tiempo de carga, cargando todos los materiales en un contenedor. Para los procesos de refino, deben aplicarse en los hornos eléctricos la potencia y el soplo de oxígeno máximos. La calidad de los tipos

que se debe observar las normas primarias de seguridad, que no siempre ocurría en Chimbote. Los principales aspectos importantes que deben observarse son los siguientes:

- a) Las matas primarias con que han de cargarse los hornos eléctricos deben prepararse de conformidad con los nuevos cuadros de carga;
- b) La carga destinada a los hornos básicos de oxígeno debe depender de la calidad del arrabio utilizado y debe variar según el contenido de silicio en el mismo. Si el arrabio tiene una elevada concentración de silicio, debe aumentarse la proporción de chatarra en la carga;
- c) En los hornos eléctricos, el refino no puede empezar antes de que la carga se haya fundido completamente;
- d) El contenido de carbono de la primera muestra tomada del horno eléctrico debe ser inferior al que se da en las instrucciones pertinentes para la fabricación de acero;
- e) Durante el refino, deben mantenerse en el horno eléctrico los siguientes parámetros que figuran en las instrucciones:
  - i) Cantidad de la escoria;
  - ii) Temperaturas de la masa metálica fundida;
  - iii) Métodos de oxidación del carbono;
  - iv) Cantidad de adiciones;
- f) Para la oxidación del carbono, sería preferible utilizar oxígeno en lugar de nódulos;
- g) En la producción de aceros efervescentes en hornos eléctricos, normalmente no se puede añadir aluminio al caldero de colada;
- h) En la producción de aceros semicalmados, sólo deben añadirse las cantidades exactas de Fe-Mn, Fe-Si y Al que figuran en las instrucciones;
- i) Para el mejoramiento de todos los tipos de acero, es necesario mantener todos los parámetros dados en las instrucciones, en particular la temperatura del acero y la velocidad de la operación. Es mejor proceder lentamente cuando se trata de aceros efervescentes;
- j) Al moldear aceros efervescentes, no deben añadirse a la lingotera mezclas de aluminio y fluoruros. Como puede verse en las nuevas instrucciones, puede utilizarse o aluminio o fluoruro, según el comportamiento del acero durante la solidificación en la lingotera;
- k) Los desoxidantes deben añadirse conformándose exactamente a las instrucciones.

Actualmente, la planta de colada continua de Chimbote trabaja a plena capacidad y su producción es de buena calidad. Debido a las necesidades de la acería con horno básico de oxígeno, la producción de la planta de colada continua debe mantenerse al máximo. Para disminuir los costos de producción, deben economizarse algunos materiales, siempre que sea posible desde el punto de vista técnico. Por ejemplo:

- a) Debe utilizarse arrabio con bajo contenido de silicio a fin de evitar el empleo de Fe-Si al 7% para elevar la temperatura del acero en el horno básico de oxígeno. El Fe-Si al 7% es demasiado caro para estos fines y la temperatura del acero puede cambiarse modificando la cantidad de chatarra en los materiales cargados;
- b) Debe disminuirse la frecuencia con que se mide la temperatura de la masa metálica fundida en el horno (tres o cuatro sangrías en lugar de las ocho que se efectúan actualmente), a fin de ahorrar costosas terminaciones de termopares;
- c) En muchos casos, se puede ahorrar fluoruro utilizando ladrillos de chamota viejos para derretir la escoria durante la fabricación del acero.

Para mejorar los métodos de planificación y preparación de informes, deben utilizarse diagramas de horarios al preparar planes e informes semanales, mensuales y anuales.

Convendría establecer una estrecha colaboración entre la planta siderúrgica de Chimbote y la Universidad de Trujillo a fin de que la Universidad capacite ingenieros para la nueva planta.

El experto ha formulado algunas recomendaciones relativas a los estudios técnicos y económicos efectuados con miras a la ampliación de la planta siderúrgica de Chimbote:

- a) Al efectuar estudios técnicos con miras a la construcción de una nueva planta, debe utilizarse la capacidad real de las plantas propuestas. Por consiguiente, para la producción anual proyectada de la nueva acería, bastará con construir dos convertidores de 80 toneladas al principio, instalándose el tercero más adelante. En tal caso, la eficiencia de las plantas instaladas será del 80 al 90% aproximadamente;
- b) No es posible construir el tercer convertidor en la actual acería con horno básico de oxígeno;
- c) Una vez construida la nueva acería con horno básico de oxígeno, con las reservas de chatarra existentes en el Perú resultará innecesario construir una planta de fabricación de esponja de hierro;
- d) La nueva acería debe resolver los problemas relativos a la entrega de coque, y de caliza y mineral de manganeso de buena calidad;
- e) En una nueva acería debe ser posible transportar los bastes calientes directamente de la instalación de colada continua a los talleres de laminación;
- f) Convendría considerar la posibilidad de utilizar los mismos barcos que transportan nódulos de Marcona a Chimbote para llevar productos de acero de Chimbote a Lima;
- g) En las condiciones meteorológicas de Chimbote, se pueden construir algunas naves sin techo.

En la evaluación preparada por el experto para Siderperú (véase el anexo IV), figuran otras recomendaciones más detalladas relativas al estudio técnico y económico efectuado con miras a la ampliación de la planta siderúrgica de Chimbote.

## RESUMEN

Al poco tiempo después de haber iniciado su misión, el experto vio que era posible colaborar con el personal de la acería para dar soluciones eficaces a la mayoría de los problemas que figuraban en su descripción de trabajo, conforme a la cual el experto tenía que trabajar no sólo con los jefes de instalaciones y talleres sino también con los ingenieros e incluso los obreros más especializados. Esa colaboración fue siempre fructífera y amistosa. En las ocasiones en que cambió la tecnología utilizada para producir nuevos metales, encontró en el personal comprensión e interés en colaborar, una vez que les hubo explicado por qué razón debía cambiarse el método utilizado hasta entonces. Esta colaboración, útil y amistosa, entre el experto y el personal de la planta siderúrgica de Chimbote contribuyó en modo muy considerable a los resultados obtenidos.

La mayor parte del personal de la planta siderúrgica de Chimbote tenía poca experiencia en materia de fabricación de acero y, por lo tanto, hubo que organizar algunas conferencias para ingenieros y algunas sesiones de discusión y demostraciones. Así pues, el experto trabajó todos los días en las instalaciones de horno de oxígeno básico y de horno eléctrico para demostrar los procedimientos correctos de fabricación y fundición del acero, explicando con todo detalle los métodos aplicados. Un grupo de jóvenes ingenieros que formaban parte del personal de la acería y del departamento de control de calidad trabajó constantemente con el experto. Todos los integrantes del grupo mostraron gran interés por las cuestiones relativas a tecnología del acero. Uno de ellos, que colaboró con el experto desde su primer día de trabajo en Chimbote, fue nombrado jefe de la instalación de hornos eléctricos en febrero de 1973; ahora ocupa este cargo con éxito.

Durante su estadía en Chimbote, el experto logró los resultados siguientes, trabajando con el personal de la acería:

- a) Se mejoró la calidad de los aceros efervescentes producidos. Aumentó la cantidad de material de buena calidad en un 1 a 2%, la proporción de productos de primera calidad pasó de un valor muy bajo del 10%, como máximo, a más del 35% al principio, con posibilidad de mejorar más aún en un futuro próximo;
- b) Se mejoró la calidad de los aceros semicalmados. La cantidad de material de buena calidad producido en el primer taller de laminación aumentó en un 2%, aproximadamente, llegando a ser de 89 a 90% y disminuyó el número de lotes de chapas rechazadas debido a rechupes largos. No fue posible conseguir datos precisos sobre la proporción de chapas de buena calidad antes de que el experto se marchara de la planta porque en Chimbote pasa mucho tiempo hasta que el material procedente de la acería se ensaya con ultrasonidos;

- c) Se elevó la productividad de la acería con horno eléctrico modificando el método de carga de las materias primas, utilizando la máxima potencia posible en el horno eléctrico y mejorando los métodos de almacenamiento y preparación de chatarra antes de la carga. De esta forma, se redujo en un 10%, aproximadamente, el intervalo entre sangrías;
- d) Se aumentó la productividad de la acería con horno básico de oxígeno mejorando la calidad y aumentando la cantidad de arrabio producido en el alto horno, introduciendo el empleo de arrabio con bajo contenido de manganeso y haciendo que los dos hornos básicos de oxígeno funcionasen simultáneamente durante el último día, o los dos últimos, de cada campaña de convertidor. De esta forma, se consiguió aumentar en un 10%, aproximadamente, la producción de la acería con horno básico de oxígeno;
- e) Se efectuaron economías en el uso de algunos materiales importantes y caros que se utilizan en la fabricación de acero, por ejemplo:
  - i) Fe-Si al 75%, que se utilizaba de manera incorrecta para elevar la temperatura del acero en el horno básico de oxígeno;
  - ii) Fluoruros y aluminio, que se utilizaban, incorrectamente, al mismo tiempo al colar aceros efervescentes;
  - iii) Terminaciones de termopares, que se desgastaban como consecuencia de mediciones innecesariamente frecuentes de la temperatura del acero;
  - iv) Fluoruros, que se utilizaban cuando, desde el punto de vista técnico, se podían emplear ladrillos de chamota viejos;
  - v) Mineral de manganeso, que se introducía en el alto horno en forma de polvo, lo cual no hacía sino empeorar las condiciones de trabajo en el alto horno.
- f) Se mejoró la organización de la acería mediante la introducción de cronogramas de planificación y preparación de informes, la reorganización del almacenamiento de chatarra y la preparación de nuevos cuadros de carga para el horno eléctrico con respecto a todos los tipos de acero producidos.

El experto desea mencionar de manera especial la entusiasta colaboración que recibió de los jóvenes ingenieros, quienes estuvieron siempre dispuestos a ayudarlo durante sus funciones normales y siempre encontraron tiempo para escuchar sus conferencias y discutir con él los problemas técnicos de la fabricación de acero.

Un grave problema que se planteaba en la planta siderúrgica de Chimbote era la falta de publicaciones periódicas y libros técnicos. La biblioteca, mediocre, sólo estaba empezando a organizarse. El experto contribuyó a seleccionar publicaciones periódicas adecuadas para que la biblioteca encargara suscripciones. Al tiempo que capacitaba al personal, el experto dio algunas conferencias a los ingenieros de las acerías, y de los departamentos de control

de calidad y de planificación. En el anexo V figura una lista de las mismas. En el curso de su misión, el experto prestó asistencia en la producción de algunos aceros nuevos, que se fabricaban de encargo, según los requisitos de los clientes.

Debido a la necesidad de capacitar nuevo personal para la planta siderúrgica ampliada de Chimbote, el experto tuvo algunas conversaciones con el jefe del departamento de ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Por invitación de dicha Universidad, el experto pronunció una conferencia sobre organización de estudios de metalurgia, destinada a profesores de la Universidad, y otra sobre desarrollo y progreso técnico en la siderurgia, destinada a profesores y estudiantes. El resultado de las conversaciones fue una propuesta de cooperación entre la planta siderúrgica de Chimbote y la Universidad de Trujillo. El experto ha elaborado programas de estudios de metalurgia, metalografía y deformación plástica del acero, y los ha entregado al jefe del departamento de ingeniería de la Universidad de Trujillo.

ANEXO I

PLAN DE TRABAJO DEL EXPERTO

1. Familiarización con la planta siderúrgica de Chimbote, sobre todo con el alto horno, el horno básico de oxígeno, el horno eléctrico y las instalaciones de colada continua;
2. Asistencia para aumentar la productividad del horno básico de oxígeno y el horno eléctrico;
3. Asistencia para mejorar la calidad de los aceros efervescentes y semicalmados;
4. Asistencia para utilizar de la mejor forma posible la instalación de colada continua;
5. Asistencia para utilizar los materiales de forma más económica;
6. Asistencia en la mejora de ciertos aspectos relativos a la organización de la planta siderúrgica de Chimbote;
7. Asistencia para iniciar la producción de nuevos aceros;
8. Capacitación de personal de contraparte en todas las esferas de la producción de acero;
9. Preparación de una evaluación del proyecto de ampliación de la planta siderúrgica de Chimbote.

ANEXO II

PRACTICA STANDARD  
ACERO TIPO 16 C SEMICALMADO

1. Composición

C	Mn	Si	S	P
0,14-0,19	0,60-0,75	0,10 máx.	0,030 máx.	0,020 máx.

2. Carga

Arrabio	3.500 kilos
Cal	500 kilos
Chatarra	Completar carga

3. Fin de fusión:

- medir temperatura fin de fusión
- carbono fin de fusión 0,30% mínimo
- para carbones menores de 0,30%, carburar con arrabio o coque
- después de fin de fusión, observar la efervescencia en el horno, observar la fluidez de la escoria
- en caso de azufre alto, escoriar, adicionar cal con chamota molida y preparar nueva escoria con 100 kg de cal y 25 kg de chamota
- el afino debe realizarse con oxígeno y escoriar normalmente
- no hacer adiciones al horno en los últimos 10 minutos antes de colar.

4. Tomas de temperaturas:

- fin de fusión, sólo cuando esté fundido
- antes de colar
- en cuchara
- no tomar temperatura en hornos cuando se está con arco o insuflando oxígeno.

5. Carbono antes de colar: 0,15% mínimo

Temperatura de colada: 1.600°C.

6. Colada:

- tiempo de colada del horno a cuchara no mayor de tres minutos
- chorro uniforme
- adiciones en la cuchara

Fe-Si - agregar 45 kg de Fe-Si /45%/ o equivalente 30 kg de Fe-Si /75%/

Fe-Mn - calcular para obtener el promedio de la especificación y realizar la adición entre 1/3 - 2/3 de la cuchara.

7. Temperatura del acero en la cuchara: 1545 - 1555°C

8. Lingotamiento

- usar tobera de 50 mm
- usar planchas de protección
- temperatura de lingoteras 100-125°C
- centrar el chorro, abrirla tobera suave y uniformemente
- aluminio - preparar una barra de aluminio de  $\phi$  2 cm x 1,5 m y en caso de haber sangrado con barra de aluminio eliminar sangrado
- 2do. 3ro. 4to. lingote, en caso de haber sangrado agregar aluminio en granallas a lo largo de toda la lingotera, la cantidad a añadir depende de la magnitud del sangrado.

ANEXO III

TABLA DE CARGA POR SU GRADO DE DESGASTO

Calidad	Arrebajo	Módulos (Pellets)	Psi	Naturaleza		Peso de ligante/ tonelada
				A <sup>1</sup> + B <sup>1</sup> + X <sup>1</sup>	importada	
06 C					7.200	5,0; 7,2; 9,2
08 B	3.000	200	500	23.000	5.300	5,0; 6,5; 10,0
10 A					5.200	7,2
API-X-52					4.400	7,2; 9,2; 9,5
12 A					7.400	7,2; 7,7
16 B	3.000		450	23.000	5.000	7,2; 9,0; 9,0
19 B					4.600	7,2; 7,2; 7,1
20 A					3.600	0,68
37 C 39	5.000		600	23.000	1.600	0,68
37 B					3.700	5,0; 6,0
					5.400	7,2; 5,0
37 C 46	5.000		600	23.000	1.600	0,68
					4.000	5,0; 6,0
					5.400	8,0
45 A	6.000		600	23.000	6.000	8,4
					4.500	7,2

ANEXO IV

OPINION DEL ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA LA AMPLIACION INTEGRAL  
DE LA PLANTA SIDERURGICA DE CHIMBOTE

Actualmente, en el Perú hay una gran diferencia entre la demanda interna del país de productos siderúrgicos y la capacidad de producción. La única planta siderúrgica del Perú, la de Chimbote, cubre solamente cerca del 50% de esta demanda, produciendo en el año 1975 cerca de 500.000 toneladas de acero y una cantidad adecuada de los productos acabados. Según las predicciones preparadas en SIDER PERU, la demanda del Perú de productos siderúrgicos crecerá rápidamente desde cerca de 950.000 toneladas en el presente año hasta cerca de 2.400.000 en el año 1990, calculándose esta demanda en acero líquido. Este rápido crecimiento depende de la planificación del desarrollo económico del país porque:

1. Se prevé el rápido crecimiento de la demanda de productos siderúrgicos.
2. En el Perú se hallan ricos yacimientos de hierro.
3. En el Perú funciona una gran planta que produce gran cantidad de nódulos de alta ley (pellets) (Marcona).
4. Desde 1958, funciona en el Perú una planta siderúrgica, y ya se tiene experiencia en la producción siderúrgica.
5. Esta planta siderúrgica dispone de cuadros de obreros, técnicos e ingenieros metalúrgicos.

Hay motivos que justifican la construcción de la nueva y adecuada planta siderúrgica.

En unas condiciones en las que se quiere un rápido aumento de la producción, y con la posibilidad de gastar pocos fondos, también está justificada la construcción de la nueva planta cerca de la que está en funcionamiento.

En el tercer Simposio Internacional del Hierro y el Acero, organizado por la ONUDI en el Brasil en el año 1973, se subrayó que el rápido aumento de la producción es más fácil de conseguir cuando se construye una nueva planta cerca de la que está en funcionamiento, y que los costos de la construcción calculados por tonelada de aumento de la producción, en un año, son siempre mucho más bajos si se los compara con los de construcción de una nueva planta en un lugar completamente nuevo.

Según las predicciones de SIDER PERU, una tercera parte de la demanda de los productos siderúrgicos son los mercantiles y dos terceras partes de la demanda, los planos. En tales circunstancias, no se ven posibilidades de

construir las plantas especializadas, una en productos mercantiles y la otra en productos planos, hasta cerca del año 2000, debido al tamaño de cada una.

En el proyecto de ampliación de la planta siderúrgica de Chimbote han aplicado, en coincidencia con la tradición, una solución del proceso siderúrgico con la coquería, altos hornos, acería con convertidores LD, colada continua y talleres de laminación. Tal solución es, a juicio del experto, atinada, porque no entraña ningún riesgo.

El construir altos hornos y convertidores LD se consideró completamente oportuno en el mencionado Simposio\* habida cuenta del nivel técnico actual de estos procesos, y en presencia de una alternativa de los procesos de reducción directa. Además, se considera que los procesos de reducción directa son seguros cuando se usa gas combustible y los procesos con sólidos, aun constantemente, plantean en la práctica graves dificultades. ■■

La construcción de una planta de coque propia y la producción de coque, usando mezclas de carbones propios e importados es también acertada, así como la construcción de una planta de coque a base de carbones propios, para disminuir la importación de carbones coquizables.

Para aumentar la producción y disminuir el consumo de coque, es justo y oportuno aplicar en los altos hornos una fuerte presión del soplo, altas temperaturas del soplo, añadir líquido combustible, y enriquecer el aire con oxígeno. Todos estos métodos son tan conocidos y claros que no hay riesgo alguno en su aplicación. ■■

Los proyectados altos hornos, convertidores LD, instalaciones de colada continua y talleres de laminación, corresponden al nivel de la técnica actual.

Las inversiones de capital para la construcción de plantas siderúrgicas son especialmente grandes. Debido a esto, es necesario aprovechar al máximo la capacidad de sus instalaciones. Cuando en un proyecto se llevan a cabo cálculos, usando las posibles productividades de las instalaciones, existe un gran peligro de cometer muchos errores y de crear muchos atascos o estrangulamientos. Esto puede ocurrir tanto en las instalaciones como en el transporte,

---

\* Report of the Third Interregional Symposium on the Iron and Steel Industry in Brasil, 1973. United Nations Industrial Development Organization, pág. 29.

■■ ibid., pág. 41.

■■■ ibid., pág. 42.

el abastecimiento y en otros campos, y puede excluir o dificultar la utilización de la capacidad productiva total de las instalaciones.

I. Respecto a la productividad de los altos hornos

Al calcular la productividad de trabajo del alto horno N° 1, usando diversos coeficientes de utilización, se ha llegado a la conclusión de que dicha productividad es muy baja.

El mejoramiento de la producción es, según el experto, posible y necesario. El alto horno utiliza 100% de "pellets" de Marcona, que son muy buenos para este proceso.

La calidad del coque importado puede cambiar, pero no mucho, y la planta tiene posibilidad de cribar el polvo antes de cargarlo en el alto horno. Sin duda es necesario mejorar algunas condiciones de trabajo del alto horno.

Por ejemplo, es necesario:

1. Excluir todas las deficiencias de las materias primas para el alto horno, ya que solamente trabajando en forma normal y en condiciones estables puede un alto horno funcionar con buena productividad;
2. Sacar de carga todos los materiales polvoríferos;
3. Mejorar la calidad de la caliza y asegurar su mantenimiento;
4. Enriquecer el aire del soplo con oxígeno, lo que será posible en el presente año.

En estas condiciones será factible obtener una producción media de 1.100 toneladas diarias y una producción de 390.000 - 400.000 toneladas anuales. En esto está de acuerdo el jefe de la planta del alto horno de Chimbote. En estas circunstancias, es necesario aumentar rápidamente la producción del alto horno N° 1 y en el proyecto usar la productividad real. El arrabio del alto horno N° 1 es necesario para la acería LD1 y la acería con hornos eléctricos. Con esta productividad, los coeficientes de utilización no serán los mejores, pero sí medianamente buenos para las actuales condiciones de trabajo.

También es posible una producción media de 3.000 toneladas diarias para los nuevos altos hornos N° 2 y N° 3 con coeficientes medianamente buenos para las condiciones proyectadas. Pero aun aceptando esta producción diaria, no se puede aceptar la utilización del tiempo. Con una producción diaria de 3.000 toneladas, para obtener la producción anual proyectada de 970.000 toneladas, un alto horno tendrá que trabajar sólo 323 días en el año. No se pueden calcular 42 días de paradas al año para cada uno de los altos hornos, y

no se puede aceptar un coeficiente de utilización del tiempo menor del 90%. Con paradas de cerca de 15 días al año, que ya es mucho, se pueden obtener de cada uno de los altos hornos 1.050.000 toneladas de arrabio por año. Es bien sabido que un alto horno tiene que trabajar sin paradas y en condiciones estables constantes. De acuerdo a este cálculo, la productividad de arrabio de la planta siderúrgica de Chimbote será, en toneladas:

Alto horno	Años		
	1976	1978	1982
Nº 1	400.000	400.000	400.000
Nº 2		1.050.000	1.050.000
Nº 3			<u>1.050.000</u>
Total	<u>400.000</u>	<u>1.450.000</u>	<u>2.500.000</u>

En cambio, en el tomo XI del proyecto, pág. 28; tomo XII pág. 2/9; tomo XIV, pág. 73/1 se indica la siguiente producción en toneladas:

Alto horno	1976	1978	1982
Nº 1	315.000	315.000	315.000
Nº 2		970.000	970.000
Nº 3			<u>970.000</u>
Total	<u>315.000</u>	<u>1.285.000</u>	<u>2.255.000</u>

## II. Respecto a la productividad de las plantas de acero

### a. Acería eléctrica

La actual productividad de la acería eléctrica se puede calcular sobre la base de los siguientes datos:

- La duración media de una colada, que es ahora de aproximadamente 2 h 40 min, se puede disminuir hasta 2 h 30 min, si:
  - se cargan lo más frecuentemente posible todas las materias primas en una sola canasta;
  - se usa la máxima potencia en un tiempo adecuado de fusión. Actualmente se obtienen tiempos de colada más cortos, hasta de 2 h 0 min-2 h 10 min, cuando se trabaja de acuerdo con todas las reglas técnicas.
- El número de horas de trabajo anuales puede calcularse así:
  - el número medio de coladas en una campaña del horno puede ser de 180;

- en cada campaña hay una parada parcial de 24 horas y una parada total de 32 horas que da en cada campaña 56 horas de parada.

De estos datos se puede calcular el promedio de la duración de cada campaña del horno.

$$180 \times 2,5 \text{ horas} + 56 \text{ horas} = 506 \text{ horas}$$

En un año, cada horno tendrá:

$$\frac{365 \times 24}{506} = 17,3 \text{ campañas}$$

o, calculando 5 días de fiesta al año:

$$\frac{360 \times 24}{506} = 17,1 \text{ campañas}$$

De esta manera, en cada año se pierden, contando solamente con 5 días de fiesta por año, 958 horas en paradas. Para producir quedan 7.682 horas, durante las cuales se pueden hacer 3.073 coladas, que dan 92.200 toneladas de acero por cada horno en un año, calculando el peso medio de una colada en 30 toneladas.

Incluso cuando se calcula en un 5% más las pérdidas de tiempo, la producción anual de cada horno no es menor de 87.500 toneladas y de 175.000 toneladas por dos hornos. Pero, en estas condiciones, la utilización del tiempo es muy baja, cerca de 83,3%.

Naturalmente, hay aún otras posibilidades para aumentar la productividad de la acería eléctrica:

- Aumentar el peso medio de la colada, que ahora varía desde 28 toneladas hasta 32 toneladas, cosa que es posible sólo con medidas de organización.
- Aumentar el consumo de oxígeno, lo cual será posible en los últimos meses del presente año.
- Mejorar la tecnología.

Es necesario decir que para obtener en el presente año 500.000 toneladas de acero se requiere producir una cantidad no inferior a 175.000 toneladas de acero en la acería eléctrica.

b. Acería LD1

La actual productividad de la acería LD1 se puede calcular sobre la base de los siguientes datos.

Se calculan 30 días de fiesta al año. Con los dos convertidores, uno siempre en marcha, en relación con el corto tiempo de las campañas del convertidor, la duración del mantenimiento programado no se puede calcular en más de una semana por semana, que da 70 días de parada en un año.

En las mismas condiciones, considerando la necesidad de parada de la planta de oxígeno, la planta de acero LD1 no puede funcionar durante unos 30 días al año.

Por las demás pérdidas de tiempo no pueden ser superiores al 5% del tiempo de trabajo.

En estas condiciones, un convertidor siempre puede funcionar, sin pausas, 30 días al año.

En consideración al funcionamiento de una sola instalación de colada continua y a las dificultades de la sincronización, se puede calcular el tiempo medio de una colada (tap to tap) en 42 minutos, aunque en la realidad es más corto.

Calculando la productividad en estas condiciones muy fáciles, se obtienen cerca de 10.000 coladas en un año, que, con un peso medio de 30 toneladas por colada, dan 300.000 toneladas de acero. Ya en el presente año se quieren obtener 325.000 toneladas de acero de la acería LD1. Esto es posible, por ejemplo, si se aplica el trabajo de los dos convertidores en tiempo 1 - 2 en los últimos días de cada campaña del convertidor. Después de la puesta en marcha de la segunda planta de oxígeno, el número de días de trabajo se aumentará en 30 días al año y la productividad, hasta 345.000 toneladas de acero. Después de la puesta en marcha de la segunda instalación de colada continua se podrá, sin duda, reducir el tiempo medio de colada hasta 35 - 36 minutos.

Calculando solamente 36 minutos, la productividad de la acería LD1 aumentará hasta 400.000 toneladas de acero en un año.

Sabiendo que todos los datos se han calculado usando coeficientes realistas, y que hay muchas posibilidades de aumentar la productividad, como por ejemplo, aumentando el peso medio de la colada, el trabajo en corto tiempo de los dos convertidores y otras, se puede indicar la productividad de la acería eléctrica y la acería LD1 de la manera siguiente:

Producción anual en toneladas

	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>
Acería eléctrica	175.000	150.000	150.000
Acería LD1	315.000	345.000	400.000
			-135.000
			-415.000
Total	490.000	525.000	580.000
			-600.000

En el proyecto se ha calculado la productividad de las acerías eléctrica y LD1 de manera diferente.

En el tomo VI, pág. 23, la máxima productividad de la acería eléctrica fue estimada en 150.000 toneladas y la de la acería LD1 en 330.000 toneladas, lo que da un total de 480.000 toneladas.

En el tomo XI, pág. 31 y en el tomo XII, pág. 2/11, la máxima productividad de la acería eléctrica fue calculada en 150.000 toneladas, y la de la acería LD1 en 300.000 toneladas, lo que da un total de 450.000 toneladas. El experto concuerda con el proyecto en lo relativo a la posibilidad de construir el tercer convertidor en LD1.

No se puede construir allí el tercer convertidor porque:

1. hay, a decir verdad, un lugar para el convertidor mismo, pero después de construirlo no habrá bastante lugar para la preparación de las cucharas y las bóvedas para hornos eléctricos,
2. no habrá posibilidad de llevar el arrabio de los nuevos altos hornos N° 2 y N° 3 a la acería LD1, y el alto horno N° 1 no podría producir bastante,
3. habría dificultades para construir las instalaciones adecuadas para la colada continua.

o. Acería LD2

Para calcular la productividad de la nueva acería LD2 se pueden usar los siguientes principios para el tiempo de funcionamiento con dos convertidores (uno siempre en marcha):

1. Cinco días de fiesta al año, aunque esto es una clara reserva porque, en colaboración con los altos hornos, y usando las calderas torpedo, las cuales pueden colar solamente 50% de su producción de arrabio en la instalación para granulación, todas las paradas de la acería tienen que limitarse al mínimo;

3. Las paradas del convertidor para el mantenimiento programado, con relación al corto tiempo de las campañas del convertidor (cerca de 3 semanas), no pueden ser más largas de medio turno por semana, sea no más de 7 días al año;
4. En gran parte del tiempo de funcionamiento de un convertidor el otro se va listo para funcionar, porque no se pueden tolerar más pérdidas de tiempo que del 5% al 7%. Calculando una pérdida del 7%, en una campaña, se obtiene, tomando en consideración todas las pérdidas de tiempo, un coeficiente de utilización del tiempo muy bajo, del 70%.  
Con estos datos, el tiempo de funcionamiento del convertidor en un año es de 32 días;
5. Para calcular la duración media de una colada (tomo XIV, pág. 74/35-37) no se puede usar como tiempo de soplado 18 minutos, cuando se prepara una colada de oxígeno para un tiempo medio de soplado de 12 minutos (tomo XIV, pág. 74/42).  
Con un valor algo superior, a saber, 14 minutos, ya se obtiene el tiempo medio de una colada, o sea 36 minutos;
6. Al calcular con estos bajos coeficientes el número de coladas en 10.000 al año, no se puede usar inmediatamente después la cifra de 10.000 coladas (tomo XIV, pág. 74/37) porque se pierde producción; es un año: 28.000 toneladas, con convertidores de 80 toneladas de peso, y 35.000 toneladas, con convertidores de 100 toneladas de peso;
7. No se puede, naturalmente, duplicar el cálculo de alargamiento del tiempo medio de duración de la colada a causa del resoplo (tomo XIV, pág. 74/35 y pág. 74/37). Después de mejorar los coeficientes, se puede obtener, en un año, aproximadamente 13.000 coladas, lo que corresponde a una productividad anual de la acerfa de 1.040.000 toneladas con dos convertidores de 80 toneladas de peso, y de 1.300.000 toneladas de acero con dos convertidores de 100 toneladas de peso.  
Cuando se trabaja con tres convertidores instalados y dos siempre en marcha, es necesario cambiar un poco los coeficientes de utilización del tiempo.
  - a) Para las paradas de mantenimiento programado, se puede contar con un turno a la semana, o sea 17 días al año;
  - b) Anadir también el 10% de las pérdidas de tiempo de funcionamiento del convertidor.

Con estos coeficientes, cada convertidor en funcionamiento puede producir, en un año, cerca de 12.400 coladas, que corresponde a una productividad anual de la acerfa de aproximadamente 2.000.000 toneladas con tres convertidores de 80 toneladas de peso, y de 2.500.000 toneladas de acero con tres convertidores de 100 toneladas de peso.

De acuerdo a estos cálculos, la producción de acero de la nueva acerfa LDP en la planta de Chimbote puede depender del tamaño de los convertidores en las siguientes etapas:

T/año con convertidores

	<u>80 toneladas</u>	<u>100 toneladas</u>
Etapa I	1.040.000	1.300.000
Etapa II	2.000.000	2.500.000

Tomando en consideración la producción de acero de las acerías eléctrica y LD1, y sin contar con la de los hornos eléctricos de fundición, que es de 600.000 toneladas/año, y como la productividad programada de toda la planta es de 1.400.000 toneladas/año en la primera etapa, y 2.350.000 toneladas/año en la segunda etapa, la utilización de la productividad en las respectivas etapas sería la siguiente:

	<u>Utilización de la productividad para convertidores</u>	
	<u>80 toneladas</u>	<u>100 toneladas</u>
Etapa I	85%	74%
Etapa II	90%	75%

Las productividades de la nueva acería LD2 dadas en el proyecto (tomo XI, pág. 31/32; tomo XII, pág. 34/38) son demasiado bajas y pueden conducir a la más baja utilización de la productividad y a gastos de inversión, que son inaceptables, desde el punto de vista de la economía del país.

III. El balance del arrabio

La demanda de arrabio en la actual planta de Chimbote, después de las inversiones expuestas en el proyecto de "Balanceo", será la siguiente, aceptando el consumo de acuerdo con los datos del proyecto (tomo XIII, págs. 55 A y 55 B), y con la excepción del pequeño consumo de arrabio en la acería eléctrica (100 kg/1 tonelada de acero).

Demanda de la acería LD	410.000 toneladas/año
Demanda de la acería eléctrica	18.500 toneladas/año
Demanda de la acería de la fundición	<u>8.000 toneladas/año</u>
Total	436.000 toneladas/año

Como la productividad del alto horno N° 1 es cerca de 400.000 toneladas/año, la acería LD1 tendrá que funcionar con un consumo de aproximadamente 960 kg/toneladas de acero usando todo el arrabio del alto horno N° 1, y las acerías eléctricas tendrán que usar el arrabio sólido de los altos hornos N° 2 y N° 3.

La demanda de arrabio de la acería LD2 en la primera etapa será, de acuerdo al consumo del proyecto (tomo XIII, pág. 55 C) y calculando para toda productividad las dos posibilidades (convertidores de 80 toneladas o de 100 toneladas):

Demanda para convertidores de 80 toneladas = 975.000 toneladas/año

Demanda para convertidores de 100 toneladas = 1.215.000 toneladas/año

Como la productividad en la primera etapa del alto horno será de 1.000.000 toneladas/año, esto bastará para la alternativa con convertidores de 80 toneladas y para las acerías eléctricas, dando un excedente para vender a las fundiciones fuera de SIDER PERU, cosa que es muy importante para la economía del país. En el caso de la alternativa con convertidores de 100 toneladas, podría no darse esta posibilidad.

La demanda de arrabio de la acería LD2 en la segunda etapa será, en las mismas condiciones:

Demanda para convertidores de 80 toneladas = 1.900.000 toneladas/año

Demanda para convertidores de 100 toneladas = 2.350.000 toneladas/año

Como la productividad en la segunda etapa de los altos hornos N° 2 y N° 3 será de 2.100.000 toneladas/año, ésta también bastará, para la alternativa con convertidores de 80 toneladas, para las acerías eléctricas y para la venta fuera de SIDER PERU, y también sería posible que no bastara en el caso de la alternativa con los convertidores de 100 toneladas.

#### IV. El balance de la chatarra

La demanda de chatarra se puede estimar para toda la planta de Chimbote, respecto de los años:

1977 (máxima productividad de la actual planta)

1978 (primera etapa de la nueva planta)

1982 (segunda etapa de la nueva planta).

Para calcular la demanda, se han usado coeficientes de consumo sacados del tomo XIII del proyecto, mejorando este consumo de acuerdo al cálculo del consumo de materias primas en la planta de acero LD1 donde, a causa de la falta de arrabio del alto horno N° 1, tuvo que bajar el consumo de arrabio y bajar el consumo de chatarra en las acerías eléctricas, ya que se ha calculado el consumo de arrabio en una cifra próxima al 10%.

En tales circunstancias, los coeficientes para el cálculo de la demanda de chatarra son los siguientes:

Acerías eléctricas	950 kg/tonelada de acero
Acería LD1	140 kg/tonelada de acero
Acería LD2	165 kg/tonelada de acero

	<u>Demanda de chatarra en toneladas</u>		
	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1982</u>
Acería eléctrica	175.000	175.000	175.000
Acería LD1	58.000	58.000	58.000
Acería LD2		171.000	231.000
Acería de la fundición	<u>77.000</u>	<u>76.000</u>	<u>76.000</u>
Total	310.000	480.000	540.000

La entrada de chatarra se puede calcular usando los siguientes coeficientes:

- La chatarra de producción propia varía dentro de unos límites del 15 al 22% de la producción de acero. El coeficiente depende del nivel técnico, de la calidad del acero y de los métodos de trabajo aplicados. Como en Chimbote se usará maquinaria para colada continua en gran escala y el nivel técnico y la calidad del acero serán bastante altos, se puede, con una buena aproximación, usar un coeficiente del 18% de la producción de acero.
- La chatarra comprada de las plantas usuarias de los productos acabados de la planta de acero asciende normalmente hasta el 10-12% de los productos acabados producidos y vendidos. Por ejemplo, en el Brasil y en el año 1969, este coeficiente fue del 11%. Para la planta de Chimbote se puede usar un coeficiente igual al 10% de los productos acabados vendidos.
- Es muy difícil calcular la compra de chatarra nacional en todo el país debido al bajo consumo actual de acero en el mismo. En este caso se pueden usar datos del tomo V, pág. 43 del proyecto, aunque son muy bajos.

Usando estos coeficientes y la producción programada

En el año 1977 - 600.000 toneladas de acero

En el año 1978 - 1.350.000 toneladas de acero

En el año 1982 - 2.350.000 toneladas de acero

se puede aproximadamente estimar el ingreso de la chatarra, como sigue:

En el año 1977	-	180.000 toneladas
En el año 1978	-	370.000 toneladas
En el año 1982	-	630.000 toneladas

Estos datos no son exagerados porque, en realidad, el insumo de chatarra en el mundo es ahora más del 40% de la producción de acero.

Por ejemplo, en el año 1969, con una producción de acero de cerca de 730 millones de toneladas, el insumo de chatarra fue de 44% en todo el mundo. En la tabla anterior se calculó en no más del 30%. Estos datos están en desacuerdo con el balance del proyecto en el tomo XIII, cuadro 649.

#### V. Otras consideraciones respecto al proyecto

1. En el proyecto se dice (tomo XIII, págs. 4, 5) que se quiere usar para los altos hornos la caliza con cerca del 90% de  $\text{CaCO}_3$  y del 5% de  $\text{SiO}_2$ . Naturalmente, para los altos hornos que tienen que trabajar con buena productividad, esta calidad de caliza es mala. Es necesario usar una caliza con menos del 3% de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  y siempre de la misma calidad. Actualmente se usa la caliza de diversos yacimientos. Para los modernos altos hornos es necesario preparar un buen yacimiento con suficiente caliza limpia y construir una planta de preparación de la caliza. En el Perú hay yacimientos de caliza con suficiente limpieza (tomo V, pág. 31).

El yacimiento más grande, "Fátima", está a 90 km de Chimbote. Es necesario asegurar el suministro de caliza buena, incluyéndolo en el proyecto.

2. En el proyecto se habla (tomo XIII, pág. 54 A) de un consumo de 25 kgs de mineral de manganeso por tonelada de arrabio y se quiere obtener el arrabio con un 0,7% de Mn. Si se emplea el mismo mineral de manganeso que hasta ahora, esto no es posible. Con este consumo no se puede obtener más que el máximo de 0,40% Mn en arrabio. Pero el mineral de manganeso se encuentra ahora prácticamente en estado de polvo. Cuando se criba el polvo de coque y de pelets, no se puede pensar en añadir mineral de manganeso, prácticamente en polvo.

Es necesario:

- o preparar mineral de manganeso para mejorar su forma física y usar poco más
- o, de acuerdo con Marcona, dar mineral de manganeso en mezcla de pelet
- o sacar todo el mineral de manganeso de la carga de los altos hornos y trabajar en acerías con arrabio en cantidad de cerca de 0,1-0,2% de Mn. Esto es posible, por ejemplo, si se usa mineral de manganeso con mejores efectos en la carga de los convertidores.

Es necesario incluir la solución de este problema en el proyecto.

3. El consumo de petróleo para los altos hornos en cantidad de más de 60 kg/tonelada de arrabio es difícil. En el proyecto se calcula una vez un consumo de 70 kg/tonelada de arrabio (tomo XIII, pág. 54 A), y otra vez un consumo de 100 kg/tonelada de arrabio (tomo XIV, pág. 73/29). Se propone que se determine el consumo medio en 60 kg de petróleo por tonelada de arrabio.
4. El consumo de cal se ha calculado en el proyecto para acerías LD en 70 kg/tonelada de acero. Este consumo es muy alto, más de lo necesario. Un consumo de 40-50 kg/tonelada de acero es suficiente. Del consumo de la cal depende el tamaño de la planta de cal.
5. En el proyecto (tomo XIV, pág. 74/70) se habla de la necesidad de enfriamiento de las pilas de planchones de la colada continua. Se habla también del enfriamiento hasta 300°C al aire por razones metalúrgicas. Después se sumergen las pilas en el estanque para acortar el tiempo de enfriamiento y reducir la superficie de almacenaje. El experto no ve la necesidad de enfriar toda la producción de la colada continua. Una gran fracción de la producción podrá ir caliente a los hornos de los talleres de laminación, ahorrando calor y consumo de combustibles y ahorrando superficie de almacenaje. Se propone, en todo caso, que se prevea una posibilidad de transporte de los planchones calientes desde la colada continua hasta el taller de laminación.

Casi toda la producción de planchones será de acero con una cantidad de carbono menor del 0,20%. En tales circunstancias, no se comprenden las razones metalúrgicas que puedan obligar a enfriar lentamente hasta 300°C. El experto propone que se analice otra vez todo este problema en el proyecto.

#### VI. Recomendaciones

1. Es necesario mejorar la productividad programada de las instalaciones metalúrgicas, usando datos reales en el proyecto, para evitar así la creación de atascos o estrangulamientos y de gastos de capital más altos de lo necesario.
2. No es oportuno ni posible construir el tercer convertidor en la planta de acero LD1, debido a la ubicación de los talleres actuales.
3. Para obtener la producción programada de acero, basta con construir en la planta de acero LD2 dos convertidores para un peso de la colada de 80 toneladas en la primera etapa, y el tercero para el mismo peso de la colada en la

- segunda etapa. Se puede entonces, para obtener la producción programada, tratar de una utilización de las productividades de cerca de 85-90%.
7. Según lo observado en el balance de chatarra, no se debe considerar la idea de construir en el futuro, en la planta de Chimbote, la instalación para producir esponja de hierro.
  8. Es necesario dar una rápida solución al problema de las mezclas de los carbones para coque. La idea de construir la planta de coque formado para disminuir el consumo del coque clásico es muy buena.
  9. Es necesario solucionar el problema del abastecimiento de caliza en suficiente cantidad de buena calidad.
  10. Es necesario solucionar el problema del consumo de mineral de manganeso.
  11. Es necesario solucionar el problema del consumo de petróleo.
  12. Se propone la disminución en el proyecto del consumo unitario de cal en las acerías LD, desde 70 kg/tonelada de acero, hasta 40-50 kg/tonelada de acero, con las consecuencias correspondientes para la planta de cal.
  13. Se propone que se prevea la posibilidad de transportar planchones calientes desde la planta de colada continua hasta los hornos de los talleres de laminación, y que se analice otra vez en el proyecto el problema del enfriamiento de las pilas de planchones.
  14. En opinión del experto, la alternativa de la colocación de las maquinarias de colada continua en la planta LD1 de acuerdo al plano CBP 00180A, en el tomo XVII, es la mejor.
  15. Se propone que se analice la posibilidad de usar los buques empleados para transportar pelets de Marcona a Chimbote, para transportar productos acabados de Chimbote en dirección al Sur.
  16. En opinión del experto, es posible construir muchas naves de los talleres en Chimbote sin techos, ahorrando gastos de capital.
  17. Se propone que se establezca una estrecha colaboración entre la planta de acero de Chimbote y la Universidad Nacional de Trujillo, para poner en marcha la especialización metalúrgica en el Departamento adecuado de la mencionada Universidad, y para preparar los cuadros destinados a la ampliación de la planta de SIDER PERU en Chimbote.

ANEXO V

CONFERENCIAS PRONUNCIADAS POR EL EXPERTO PARA EL PERSONAL  
DE LA PLANTA SIDERURGICA DE CHIMBOTE

1. Conferencias destinadas a ingenieros de las acerías y del departamento de control de calidad:

Reglas fundamentales de los procesos de fabricación de acero;  
Reacciones metalúrgicas en el horno básico de oxígeno y en el horno eléctrico;  
Procesos de refinado en el horno básico de oxígeno y en el horno eléctrico;  
Métodos para desoxidar el acero empleado en la fabricación con horno básico de oxígeno y con horno eléctrico;  
Métodos de fabricación de aceros efervescentes;  
Métodos de fabricación de aceros semicalmados y calmados;  
Métodos y parámetros de fusión de distintos aceros;  
Estructura del lingote de acero efervescente, semicalmado y calmado;  
Influencia de los parámetros de los procesos de fabricación de acero en los defectos de los lingotes y de los productos siderúrgicos;  
Algunas tendencias observables en la evolución de la fabricación del acero.

2. Conferencias destinadas a ingenieros del departamento de planificación:

Fabricación de acero en el horno básico de oxígeno;  
Fabricación de acero en el horno eléctrico;  
Colada de diferentes aceros;  
Cooperación entre acerías y alto horno;  
Cooperación entre acerías y taller de laminación;  
Sistemas de tipos de acero;  
Utilización de cronogramas en la planificación y preparación de informes por las acerías;  
Preparación de planes diarios, semanales, mensuales y anuales para acerías.

ANEXO VI

DESCRIPCION DE EMPLEO

Título del puesto: Experto en fabricación de acero en convertidores de oxígeno y hornos eléctricos

Duración: Tres meses (prolongados a siete meses)

Fecha inicial: lo antes posible

Lugar de destino: Lima y Chimbote

Finalidad del proyecto: Mejorar la calidad del acero y aumentar la productividad de la planta

Funciones: Se prevé que el experto, en estrecha colaboración con el superintendente de la acería de la planta de Chimbote:

1. Aconseje cómo mejorar los parámetros tecnológicos de la acería con convertidores de oxígeno LD y de las instalaciones de fundición eléctrica con miras a aumentar la productividad y mejorar la calidad del acero;
2. Asesore sobre los problemas relativos a la planificación y programación de la producción de distintos tipos de acero solicitados por los clientes;
3. Asesore acerca del mantenimiento del equipo pertinente para las plantas;
4. Capacite a personal de contraparte en las mencionadas esferas de la producción de acero.

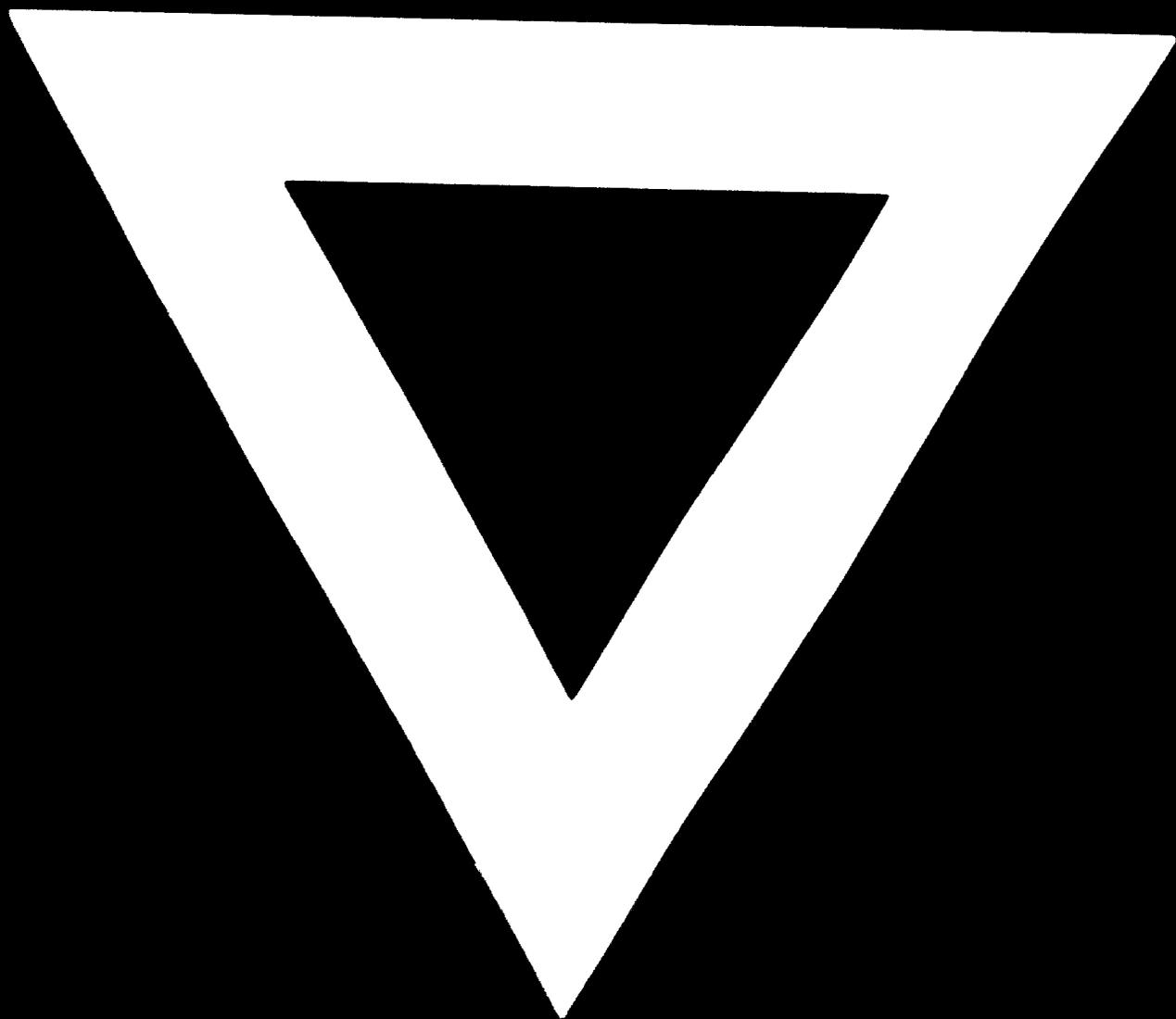
Calificaciones: Título universitario en metalurgia o conocimientos equivalentes. Gran experiencia práctica en el trabajo en acerías con convertidores de oxígeno LD y hornos eléctricos.

Idiomas: Español; se aceptaría el inglés.

Información general: Actualmente, las instalaciones siderúrgicas de Chimbote cuentan con:

- a) Un alto horno 1.000 toneladas diarias
- b) Dos convertidores LD, de 30 toneladas cada uno
- c) Dos hornos eléctricos, de 30 toneladas cada uno
- d) Taller de laminación 100.000 toneladas anuales
- e) Taller de laminación para productos planos 150.000 toneladas anuales
- f) Instalación de galvanizado 36.000 toneladas anuales
- g) Talleres de servicios

El Gobierno ha decidido ampliar la planta de Chimbote a una capacidad óptima. Para este fin, se han preparado algunos estudios tecnoeconómicos y se llevarán a cabo otros estudios en virtud del programa de asistencia técnica de la ONUDI.



**76. 01. 21**