

Naciones Unidas  
Comisión Económica  
para América Latina

Naciones Unidas\*  
Programa para el Desarrollo

Banco Interamericano  
de Desarrollo

---

Programa Regional  
sobre Investigaciones en  
Temas de Ciencia y Tecnología  
Monografía de Trabajo N°26

EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN  
LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN COLOMBIA

Germán Puerta R.

Distr.  
RESTRINGIDA  
BID/CEPAL/BA/47, Rev.1  
Abril, 1979  
ORIGINAL: ESPAÑOL

El Sr. Germán Puerta R. es investigador del Programa BID/CEPAL/PNUD de Investigaciones sobre Temas de Ciencia y Tecnología en América Latina y tiene su lugar de trabajo en Colombia, en la Corporación Centro Regional de Población.

Programa BID/CEPAL/PNUD  
Oficina de la CEPAL en Buenos Aires  
Callao 67 - Piso 3°  
1022, Buenos Aires - Argentina

## I N D I C E

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| INTRODUCCION.....  | 1             |
| I. La Industria Siderúrgica en la Economía Colombiana                                    | 5             |
| 1. Breve reseña de la evolución del sector siderúrgico.....                              | 5             |
| 2. Evolución de la producción, la demanda total y las dependencias intersectoriales..... | 12            |
| 3. Situación actual de la industria siderúrgica en Colombia.....                         | 24            |
| II. El Desarrollo Tecnológico en las Acerías Semintegradas.....                          | 35            |
| 1. El proceso semintegrado de producción de acero en Colombia.....                       | 36            |
| 2. Capacidad y equipos instalados.....   | 43            |
| 3. Desarrollo y cambio tecnológico en las acerías semintegradas.....                     | 58            |
| 4. Repercusiones del cambio tecnológico en las acerías semintegradas.....                | 101           |
| III. El Desarrollo Tecnológico en Acerías Paz del Río                                    | 105           |
| 1. El proceso integrado de producción de acero en Paz del Río                            | 106           |
| 2. Origen de la empresa y selección inicial de tecnología.....                           | 123           |
| 3. Desarrollo de la producción y el cambio tecnológico.....                              | 134           |
| 4. Análisis del cambio tecnológico.....  | 158           |
| ANEXOS   | 165           |



## INTRODUCCION

Esta investigación forma parte de la serie de monografías BID/CEPAL relativas al cambio tecnológico en la industria siderúrgica latinoamericana; el Programa BID/CEPAL de investigaciones en Temas de Ciencia y Tecnología tiene un especial interés en los estudios microeconómicos sobre el cambio tecnológico, sus causas y efectos, el aprendizaje interno y la creación de tecnología, y en general sobre el comportamiento tecnológico de las empresas siderúrgicas en Latinoamérica.

La serie se inició en 1975 con la monografía de P. Maxwell sobre la planta de Rosario (ACINDAR) en Argentina, en 1976

los trabajos de J. Gianella (SIDERPERU) y más recientemente C. Dahlman, F. Valadoras (Minas Gerais-Brasil) y L.A. Pérez, J. Pérez y Peniche (México). También está ya publicado un estudio global sobre la relación entre el perfil tecnológico de las principales plantas siderúrgicas y la frontera tecnológica universal en ese campo, realizado en 1976 por el Instituto Chileno del Acero.

Adicionalmente, el Programa BID/CEPAL considera importante desarrollar próximamente un estudio general comparativo de la evolución tecnológica de la siderurgia latinoamericana referido a los distintos estudios de casos de plantas específicas, para las cuales se ha avanzado en el diseño de una metodología global de investigación (Dahlman, Valadores, Maxwell, 1977).

En la presente monografía se hace un análisis amplio sobre el desarrollo tecnológico en la industria siderúrgica en Colombia, con el objetivo de establecer para el Programa un panorama completo sobre la evolución y el estado actual del sector siderúrgico colombiano. Por una parte, la inexistencia en Colombia de un estudio de este tipo sobre la siderurgia

nacional, y por la otra, en la oferta final de acero, la creciente importancia de las acerías semintegradas respecto a la única planta integrada de Paz del Río, fueron los factores principales para decidir no acometer directamente un estudio de caso de planta. Además, se disponía de abundante material sobre el desarrollo de todas las empresas siderúrgicas obtenido de la encuesta de Ramírez y Sandoval para su investigación BID/CEPAL sobre el Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera Colombiana, y por la información recopilada por el autor en los últimos cuatro años de trabajo sobre el sector.

El estudio consta de tres partes: en la primera, una reseña histórica, la evolución de los parámetros principales de oferta y demanda y el estado actual de la industria en cuanto a las limitaciones para su crecimiento.

La segunda parte se centra sobre el desarrollo del proceso semintegrado de producción de acero, y sigue los delineamientos generales de la metodología global del Programa: descripción de proceso, perfil tecnológico actual de las empresas y evolución de la producción y el cambio tecnológico.

La tercera parte dedicada al análisis de Acerías Paz del Río sigue también la metodología global, desarrollando aún más los aspectos sobre el origen de la empresa y la selección inicial de la tecnología, las etapas, motivaciones y efectos del cambio tecnológico, análisis de las crisis principales en la historia de la planta y otros. Finalmente, un anexo estadístico producto de un arduo trabajo de recopilación, confrontación y homogenización de información, que en Colombia es un agudo problema por disparidad en las fuentes. La investigación tiene la limitante natural por la amplitud del tema que se trata, al estudiar cinco firmas del sector.

El autor agradece la colaboración permanente de Manuel Ramírez y Diego Sandoval del Programa BID/CEPAL en Colombia, y el apoyo institucional de la Corporación Centro Regional de Población y del Instituto de Fomento Industrial; en las empresas a Manuel Alvarez en Siderurgia de Medellín, Mario Torres en Siderurgia del Pacífico, Jaime Rendón en Metalurgica Boyacá, Carlos García-Reyes en Siderurgia del Muña y a los profesionales de Acerías Paz del Río que colaboraron en esta investigación.

GERMAN PUERTA R.



## LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN LA ECONOMIA COLOMBIANA

1. Breve reseña de la evolución del sector siderúrgico:

El descubrimiento y desarrollo de varios yacimientos de mineral de hierro en el Siglo XIX favoreció la aparición en la zona andina central de Colombia de las "ferrerías", empresas esencialmente productoras de artículos de hierro fundido, forjados y herramientas para la agricultura y la minería del oro y la plata. A pesar de que este esfuerzo se realizó en base a la iniciativa privada de

pequeños empresarios, diversos Estados y Gobiernos del Siglo lo estimularon con leyes de fomento y contratos de compra, pues su producción se consideró siempre esencial para el desarrollo del país.

Sin embargo, la carencia de capital, equipo y conocimientos, sumada a la competencia de productos importados y a las crisis sociales producidas por las numerosas guerras civiles, llevó al fracaso la tentativa de consolidar las empresas. De esta forma, hacia 1920 la industria del hierro y el acero se encontraba prácticamente en receso, al igual que el resto de la industria manufacturera. La economía colombiana ya tenía de finido para ese entonces su carácter exportador de bienes agrícolas y materias primas; en diversos períodos la producción y exportación de oro, tabaco, café y otros productos primarios se tradujo continuamente en términos negativos de intercambio frente a las manufactureras extranjeras.

Sólo hasta la depresión mundial de 1930 el Gobierno adoptó una serie de medidas de estímulo a la industria

nacional, como el arancel aduanero de 1931 que restringía entre otras, las importaciones de productos de hierro y acero cuya demanda interna estaba siendo satisfecha casi en su totalidad por el extranjero. Pero la limitada capacidad del capital privado le impedía acometer proyectos de importancia. Por ello, el Gobierno expidió la Ley 97 de 1933 que lo facultó para invertir financieramente hasta en un 50% del capital requerido por las empresas que se organizaran para trabajar en hierro. Bajo estas circunstancias se creó en 1938 la Empresa Siderúrgica de Medellín, hoy Siderúrgica de Medellín, SIMESA, que comenzó a producir acero redondo en pequeñas cantidades, con el proceso semintegrado.

La Segunda Guerra Mundial causó una grave parálisis industrial por la falta de abastecimiento de acero y otros productos importados. En 1940 se crea el Instituto de Fomento Industrial, IFI, como empresa del Estado, promotora de la industria básica, y que le asignó a aquel, por vez primera, un fuerte papel de agente económico directo en el sector industrial y minero. El IFI avanzó

exploraciones que permitieron descubrir en el área del territorio de Boyacá, importantes yacimientos de mineral de hierro, carbón combustible y coquizable, y caliza, las tres materias primas fundamentales para la producción integrada de acero.

El 17 de Septiembre de 1948 se constituyó, con capital del IFI, la Empresa Siderúrgica Nacional de Paz del Río, que inició producción integrada de acero en Octubre de 1954, como la empresa semioficial Acerías Paz del Río. La planta localizada en Belencito, Boyacá, cuenta en su proximidad con todas las materias primas y está a solo 200 Kms. de Bogotá, el más importante centro de consumo de hierro y acero en Colombia. Reformas arancelarias en 1950 y 1959 mejoraron la protección efectiva a la naciente producción nacional de acero.

La creación de Paz del Río trajo consigo un rápido proceso de diversificación en la producción de artículos metálicos y mecánicos en el país. Entre 1955 y 1965, la aparición de importantes industrias metalmecánicas, de fabricación de productos metálicos y la actividad de

la construcción de veloz desarrollo en el avanzado proceso de urbanización, incidió en la fundación en diversas ciudades de nuevas acerías semintegradas.

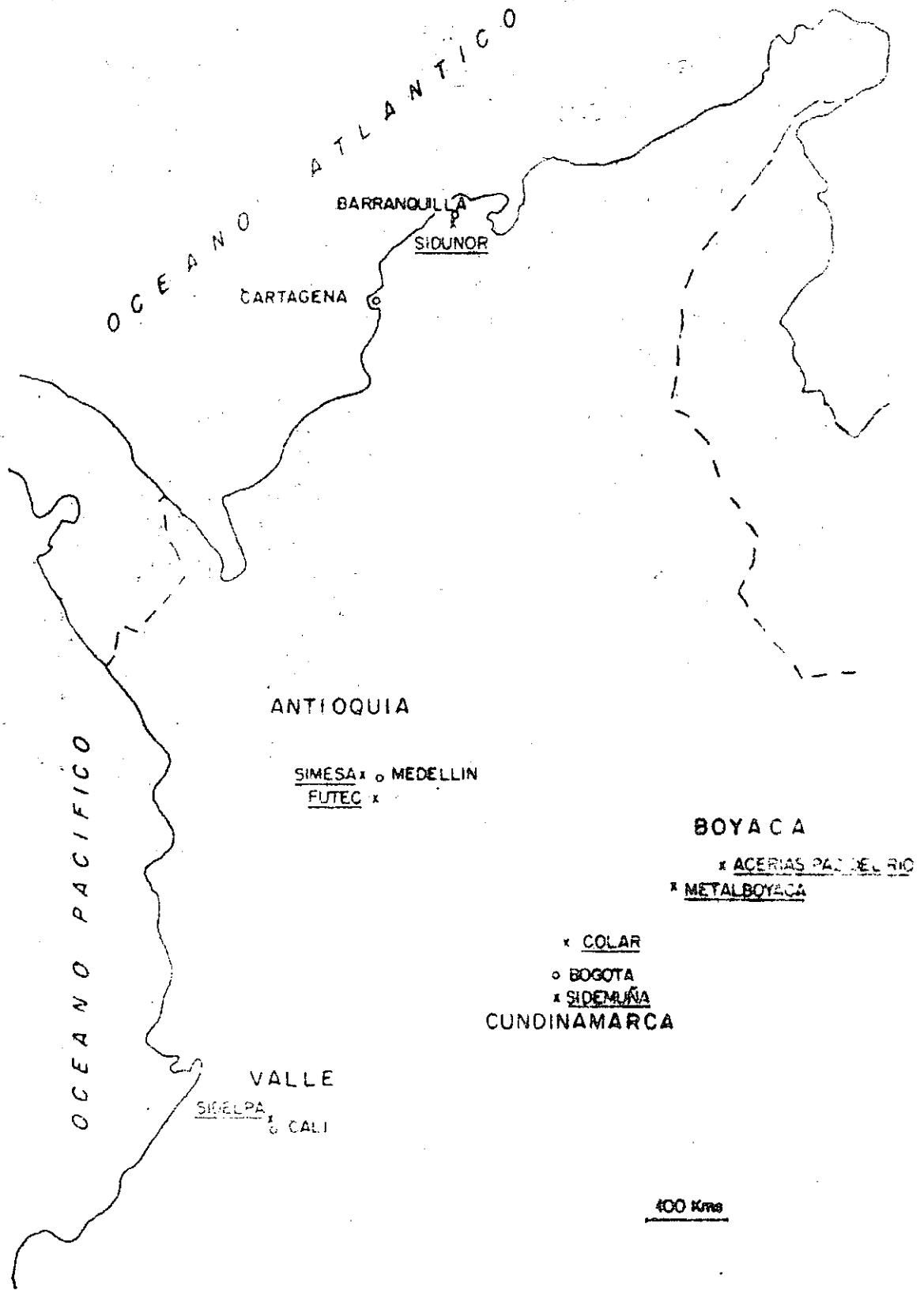
En 1961, con acería eléctrica, inició producción Siderúrgica del Pacífico, S.A., SIDELPA, situada en inmediaciones de la ciudad de Cali; en 1965 con la intención de abastecer parte del mercado nacional de aceros especiales, comienza SIDELPA la producción de aceros de carbono y especiales aleados. En 1963, en Tuta, Boyacá, entran en operación los trenes laminadores de perfiles de acero de la empresa Metalúrgica Boyacá, con palanquilla comprada a Paz del Río y/o importada. En 1964 inicia la producción de acero redondo la empresa Siderúrgica del Muña, situada a solo 15 Kilómetros de la zona industrial de Boyacá. En 1968, promovida por el IFI, se constituyó la Compañía Colombiana de Arrabio, COLAR, en Cundinamarca, con un proceso integrado de pequeña capacidad, productor de arrabio esencialmente para uso en fundición de hierro. La Siderúrgica del Norte que inicia operaciones en 1969 en Barranquilla para abastecer de redondos la

zona norte de Colombia y la empresa Fundiciones Técnicas, FUTECH, con la instalación de pequeñas capacidades de acería y laminación en 1971, completan el total de las acerías instaladas en Colombia. En 1974, METALBOYACA se transformó en acería semintegrada con la instalación de un horno eléctrico.

Todos estos recientes desarrollos se realizaron bajo iniciativa de la empresa privada y el Estado, después de la creación de Paz del Río, abandonó casi por completo su papel de promotor directo de la industria siderúrgica.

Sin embargo, la implementación del Plan de Desarrollo Nacional 1970-1974, que el Gobierno impulsó con el fin de activar la industria de la construcción como sector motor de la economía, se constituyó en un poderoso estímulo para las acerías del país, aumentándose notablemente las capacidades instaladas para satisfacer la demanda por acero de este sector.

# MAPA DE LOCALIZACION



OCEANO ATLANTICO

BARRANQUILLA  
SIDUNOR

CARTAGENA

ANTIOQUIA

SIMEA x o MEDELLIN  
FUTEC x

BOYACA

x ACERIAS PARR DEL RIO  
x METALBOYACA

x COLAR

o BOGOTA

x SIDERMINA

CUNDINAMARCA

VALLE

SIELPA x  
o CALI

OCEANO PACIFICO

100 Kms

2. Evolución de la producción, la demanda total y las dependencias intersectoriales:

En la evolución de la industria siderúrgica en Colombia se pueden observar tres etapas visiblemente diferentes en términos de la producción histórica de acero en lingote; en primer lugar, desde el inicio de la producción integrada de acero en Acerías Paz del Río (PDR), hasta el año de 1963, el aumento en producción fué muy acelerado. Entre los años 1957 y 1963 la producción efectiva de acero crudo creció en un 128% a una tasa promedio del 18% anual. Luego en los nueve años siguientes, 1964-1972, el crecimiento total descendió a un 63% (6% promedio anual). Y finalmente, se observa un estancamiento total de la producción; en el último período, 1972-1976 la producción de acero en lingote descendió a una tasa de crecimiento de apenas 0.7 % promedio anual.

Estos movimientos de la producción nacional están estrechamente relacionados con los parámetros que afectan el nivel de producción en PDR, la principal acería del país;



CUADRO 1

PRODUCCION TOTAL DE ACERO EN LINGOTE

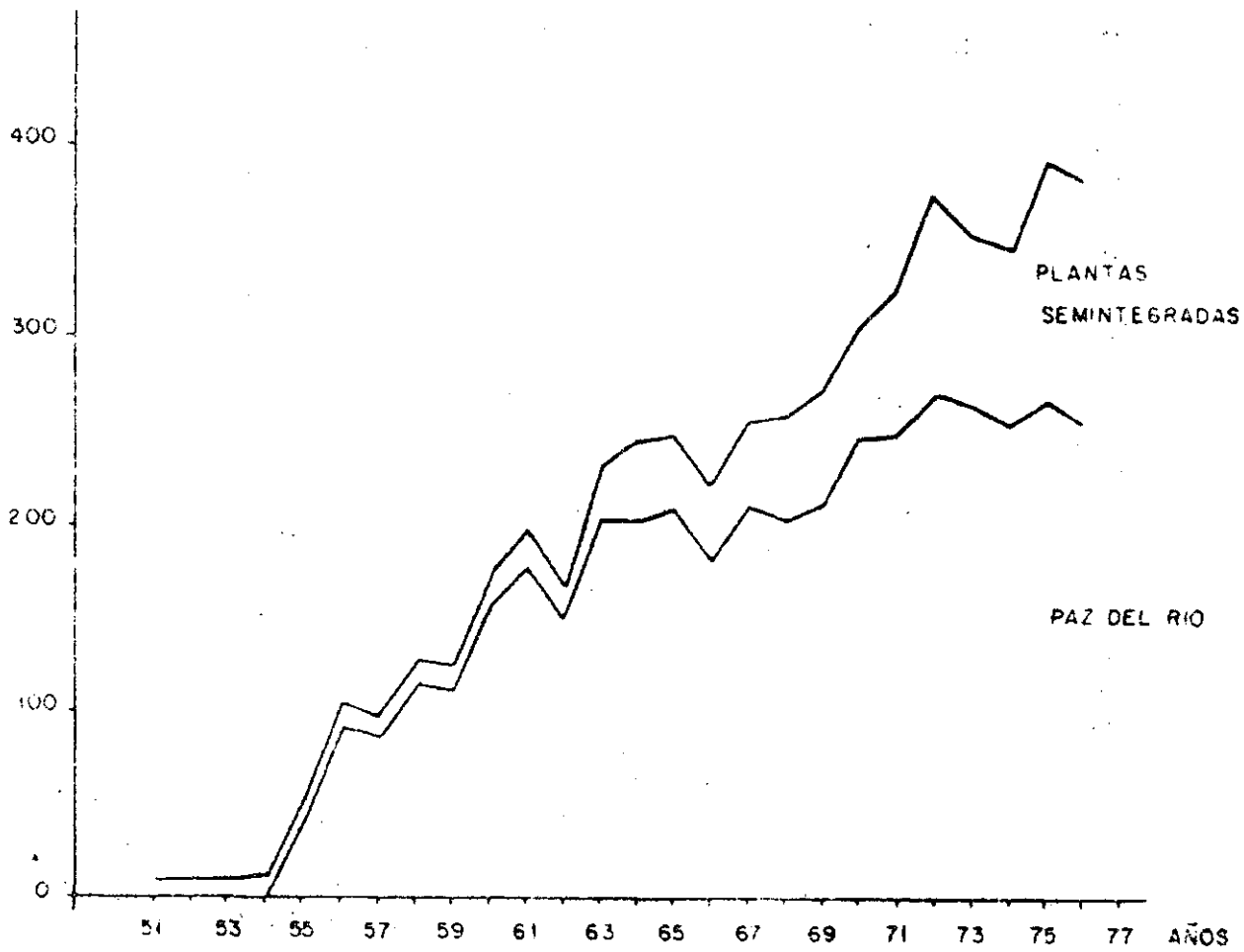
(Miles Tons.)

| Año  | Paz del Río | Semintegradas | Total |
|------|-------------|---------------|-------|
| 1951 | ---         | 5.2           | 5.2   |
| 1952 | ---         | 5.6           | 5.6   |
| 1953 | ---         | 5.6           | 5.6   |
| 1954 | ---         | 8.3           | 8.3   |
| 1955 | 42.8        | 9.6           | 52.4  |
| 1956 | 90.1        | 12.9          | 103.0 |
| 1957 | 84.4        | 15.3          | 99.7  |
| 1958 | 121.0       | 15.2          | 136.2 |
| 1959 | 108.8       | 15.6          | 124.4 |
| 1960 | 156.7       | 16.0          | 172.7 |
| 1961 | 176.0       | 16.5          | 192.5 |
| 1962 | 136.5       | 20.2          | 156.7 |
| 1963 | 201.1       | 27.1          | 228.2 |
| 1964 | 197.0       | 36.9          | 233.9 |
| 1965 | 204.1       | 36.7          | 240.8 |
| 1966 | 174.8       | 41.2          | 216.0 |
| 1967 | 208.3       | 49.2          | 257.5 |
| 1968 | 200.0       | 59.5          | 259.5 |
| 1969 | 208.2       | 63.4          | 271.6 |
| 1970 | 242.0       | 59.6          | 301.6 |
| 1971 | 248.2       | 77.5          | 325.7 |
| 1972 | 276.0       | 96.8          | 372.8 |
| 1973 | 262.6       | 96.1          | 358.7 |
| 1974 | 244.0       | 99.2          | 343.2 |
| 1975 | 266.6       | 123.6         | 390.2 |
| 1976 | 252.2       | 128.3         | 380.5 |

FUENTE: Empresas, Dastur.

# ORIGEN DE LA PRODUCCION TOTAL DE ACERO EN LINGOTES

TONS MILES



FUENTE CUADRO 1

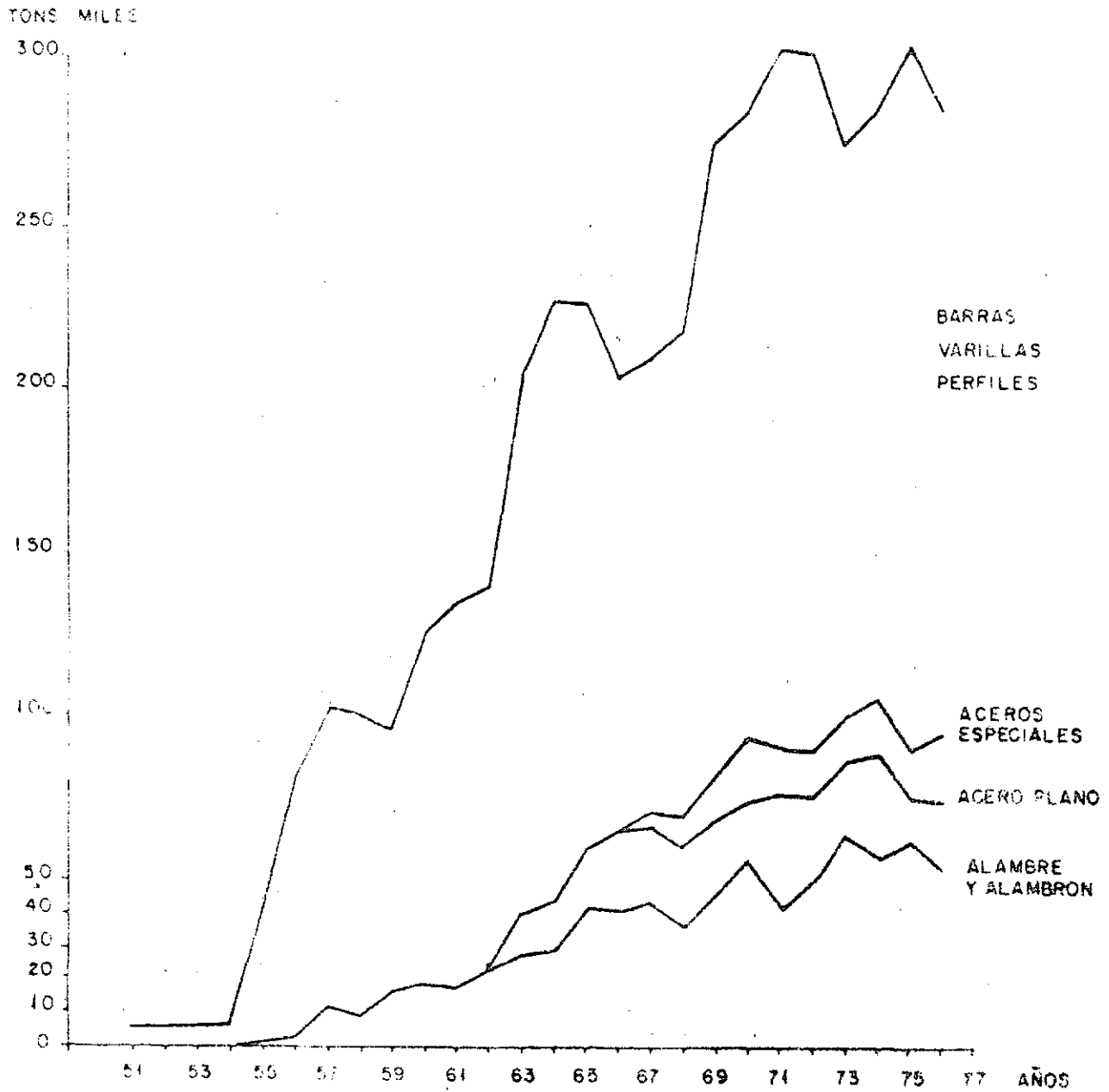
CUADRO 2

COMPOSICION DE LA PRODUCCION TOTAL DE ACERO TERMINADO  
(Miles Tons.)

| Año  | Barras, Varillas<br>y perfiles | Alambre y<br>Alambron | Acero Plano | Aceros especiales | TOTAL |
|------|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|-------|
| 1955 | 42.3                           | 0.8                   | ---         | ---               | 43.1  |
| 1956 | 80.8                           | 2.4                   | ---         | ---               | 83.2  |
| 1957 | 91.2                           | 12.0                  | ---         | ---               | 103.2 |
| 1958 | 92.3                           | 8.4                   | ---         | ---               | 100.7 |
| 1959 | 78.4                           | 16.3                  | ---         | ---               | 94.7  |
| 1960 | 107.5                          | 19.3                  | ---         | ---               | 126.8 |
| 1961 | 115.3                          | 19.6                  | ---         | ---               | 134.9 |
| 1962 | 114.2                          | 24.8                  | ---         | ---               | 139.0 |
| 1963 | 162.8                          | 28.3                  | 13.5        | ---               | 204.6 |
| 1964 | 180.3                          | 29.4                  | 14.3        | ---               | 224.0 |
| 1965 | 164.2                          | 40.7                  | 18.1        | ---               | 223.0 |
| 1966 | 137.9                          | 40.9                  | 23.6        | ---               | 202.4 |
| 1967 | 140.0                          | 43.5                  | 22.6        | 3.8               | 209.9 |
| 1968 | 152.1                          | 36.2                  | 22.3        | 7.1               | 217.7 |
| 1969 | 187.9                          | 45.0                  | 23.6        | 16.0              | 272.5 |
| 1970 | 187.6                          | 58.6                  | 17.9        | 19.7              | 283.8 |
| 1971 | 215.7                          | 41.5                  | 30.1        | 14.8              | 302.1 |
| 1972 | 212.7                          | 50.2                  | 25.2        | 12.1              | 300.2 |
| 1973 | 172.7                          | 64.5                  | 20.8        | 14.4              | 272.2 |
| 1974 | 175.9                          | 57.7                  | 30.6        | 17.6              | 281.8 |
| 1975 | 214.6                          | 62.1                  | 12.0        | 13.5              | 302.2 |
| 1976 | 193.6                          | 53.5                  | 19.6        | 20.1              | 286.8 |

FUENTE: Encuesta BID/CEPAL, DASTUR

COMPOSICION DE LA PRODUCCION TOTAL  
DE ACERO TERMINADO



FUENTE CUADRO 2

CUADRO 3

PARTICIPACION DE PAZ DEL RIO Y PLANTAS SEMINTEGRADAS

EN LA PRODUCCION DE ACERO

(%)

| Año  | Acero en lingote |      | Total Terminados |      | B.V.P. |      | ALAMBRON |     |
|------|------------------|------|------------------|------|--------|------|----------|-----|
|      | PDR              | PSI  | PDR              | PSI  | PDR    | PSI  | PDR      | PSI |
| 1960 | 90.7             | 9.3  | 89.4             | 10.6 | 87.5   | 12.5 | 100.0    | --- |
| 1965 | 84.7             | 15.3 | 79.1             | 20.9 | 77.6   | 28.4 | 100.0    | --- |
| 1970 | 80.2             | 19.8 | 69.8             | 30.2 | 64.8   | 35.2 | 100.0    | --- |
| 1976 | 66.2             | 33.8 | 56.6             | 43.4 | 47.8   | 52.2 | 94.0     | 6.  |

FUENTE: Cálculos del autor.

en 1965 Paz del Río produjo el 84% del acero en lingote, el 80% en 1970, y el 66% en 1976. El crecimiento de la producción de acero en lingote vía proceso semintegrado ha sido igualmente muy lento, especialmente en los últimos cuatro años.

En cuanto a la evolución histórica de la composición de la producción de acero terminado, se observa en el Cuadro 2 que la producción de Barras, Varillas y Perfiles (B.V.P.), esencialmente consumidos por la industria de la construcción, de infraestructura y obras civiles, ha presentado el mayor porcentaje de los productos finales de acero. Los productos de alambre, de los cuales se inició producción en 1957, ocupan el segundo lugar y actualmente representan el 18% del total de terminados. La producción de laminados planos en caliente, cuyo único productor es Paz del Río, se obtienen por vez primera en 1963 y apenas contribuyen con el 7% del total de laminados en el año 1976. La producción de aceros especiales introducida en 1967 por SIDELPA y más recientemente (1975) por SIMESA, significa únicamente el 7% del total de terminados en 1976.

La importancia de la producción de Paz del Río en el contexto del sector siderúrgico, se observa claramente en el Cuadro 3. En 1976 PDR contribuyó con el 66% de la producción total de acero en lingote, el 57% del acero laminado total; el 48% de la producción de B.V.P, principales productos del sector; el 94% de los productos de alambre y el 100% de los planos laminados en caliente. Las acerías semintegradas de rápido desarrollo entre 1965 y 1972 presentan un notorio estancamiento en su evolución a partir de ese año.

Bajo estas circunstancias, lento crecimiento del sector entre 1965 y 1972, y estancamiento general en los últimos cuatro años, el consumo nacional de acero se ha visto seriamente restringido. Si bien en el período 1958-1966 el consumo de productos siderúrgicos aumentó a una tasa promedio anual del 11%, ésta descendió a 8% promedio entre 1965 y 1971, y apenas a 2% si se considera el período 1972-1976 (Cuadro 4).

CUADRO 4

CONSUMO APARENTE DE ACERO TERMINADO

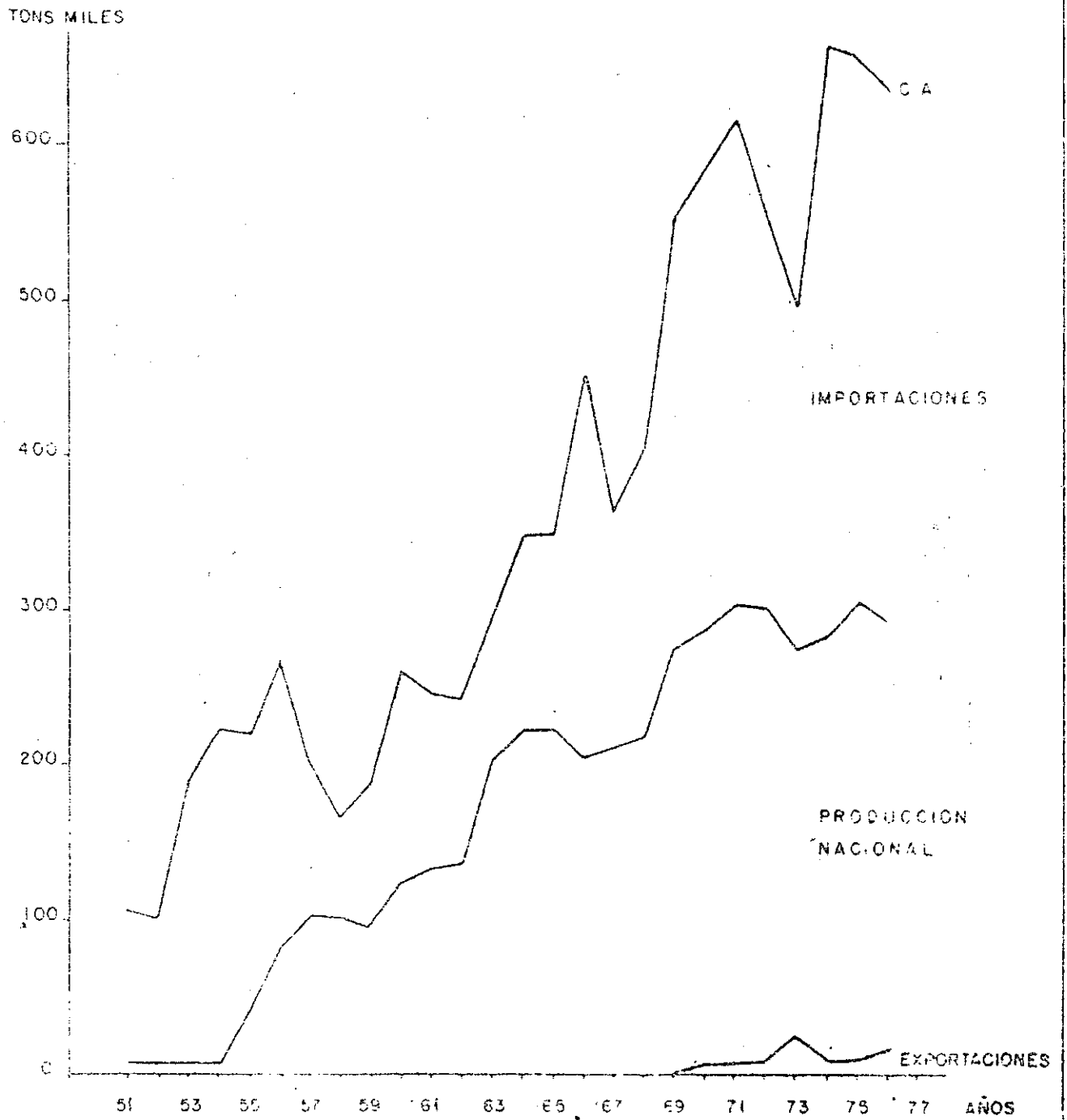
(Miles Tons.)

| Año  | Producción<br>Nacional | Importaciones | Exportaciones | Consumo<br>Aparente |
|------|------------------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1951 | 4.3                    | 104.5         | ---           | 108.8               |
| 1952 | 5.3                    | 98.5          | ---           | 103.8               |
| 1953 | 4.7                    | 185.6         | ---           | 190.3               |
| 1954 | 6.9                    | 215.5         | ---           | 222.4               |
| 1955 | 43.1                   | 176.9         | ---           | 220.0               |
| 1956 | 83.2                   | 187.3         | ---           | 270.5               |
| 1957 | 103.2                  | 100.1         | ---           | 203.3               |
| 1958 | 100.7                  | 64.7          | ---           | 165.4               |
| 1959 | 94.7                   | 91.8          | ---           | 186.5               |
| 1960 | 126.8                  | 133.6         | ---           | 260.4               |
| 1961 | 134.9                  | 111.5         | ---           | 246.4               |
| 1962 | 139.0                  | 102.8         | ---           | 241.8               |
| 1963 | 204.6                  | 91.3          | ---           | 295.9               |
| 1964 | 224.0                  | 124.3         | ---           | 348.3               |
| 1965 | 223.0                  | 125.2         | ---           | 348.2               |
| 1966 | 202.4                  | 248.5         | ---           | 451.2               |
| 1967 | 209.9                  | 150.7         | ---           | 360.6               |
| 1968 | 217.7                  | 187.2         | ---           | 404.9               |
| 1969 | 272.5                  | 277.4         | ---           | 549.9               |
| 1970 | 283.8                  | 301.5         | 3.1           | 582.2               |
| 1971 | 302.1                  | 317.0         | 3.2           | 615.9               |
| 1972 | 300.2                  | 259.1         | 5.9           | 553.4               |
| 1973 | 272.2                  | 228.5         | 24.2          | 476.5               |
| 1974 | 281.8                  | 384.9         | 5.7           | 661.0               |
| 1975 | 302.2                  | 364.0         | 8.2           | 658.0               |
| 1976 | 286.8                  | 361.0         | 16.7          | 631.1               |

FUENTE: DNP, DASTUR, Plan Indicativo.



# CONSUMO APARENTE DE ACERO TERMINADO



FUENTE

CUADRO 5

COMPOSICION DE LAS IMPORTACIONES DE ACEROS

(Miles Tons.)

| Año  | Acero<br>Plano <sup>1/</sup> | Barras, Varillas<br>y Perfiles | Alambres y<br>Alambrón | Aceros<br>Especiales | Otros <sup>2/</sup> | TOTAL |
|------|------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-------|
| 1951 | 30.9                         | 46.2                           | 16.8                   | n.d.                 | 10.6                | 104.5 |
| 1952 | 32.8                         | 33.0                           | 22.2                   | "                    | 10.5                | 98.5  |
| 1953 | 52.5                         | 83.2                           | 26.5                   | "                    | 23.4                | 185.6 |
| 1954 | 71.8                         | 99.0                           | 41.4                   | "                    | 3.3                 | 215.5 |
| 1955 | 68.6                         | 75.3                           | 30.3                   | "                    | 2.7                 | 176.9 |
| 1956 | 96.4                         | 50.0                           | 31.7                   | "                    | 9.2                 | 187.3 |
| 1957 | 63.8                         | 3.2                            | 27.7                   | "                    | 5.4                 | 100.1 |
| 1958 | 41.0                         | 3.0                            | 17.5                   | "                    | 3.2                 | 64.7  |
| 1959 | 65.3                         | 1.0                            | 15.0                   | "                    | 10.5                | 91.8  |
| 1960 | 92.2                         | 3.6                            | 23.7                   | "                    | 14.1                | 133.6 |
| 1961 | 100.4                        | 1.9                            | 7.3                    | "                    | 1.9                 | 111.5 |
| 1962 | 88.1                         | 5.3                            | 2.4                    | "                    | 7.0                 | 102.8 |
| 1963 | 80.2                         | 1.4                            | 3.0                    | "                    | 6.7                 | 91.3  |
| 1964 | 99.4                         | 3.0                            | 19.7                   | "                    | 2.2                 | 124.3 |
| 1965 | 103.7                        | 6.4                            | 3.4                    | 7.2                  | 4.5                 | 125.2 |
| 1966 | 208.6                        | 18.8                           | 3.6                    | 14.1                 | 3.4                 | 248.5 |
| 1967 | 128.1                        | 8.8                            | 1.8                    | 11.3                 | 0.7                 | 150.7 |
| 1968 | 151.3                        | 7.8                            | 2.7                    | 14.7                 | 10.7                | 187.2 |
| 1969 | 200.5                        | 25.3                           | 3.2                    | 18.7                 | 29.7                | 277.4 |
| 1970 | 206.1                        | 33.4                           | 2.9                    | 28.0                 | 31.1                | 301.5 |
| 1971 | 208.3                        | 57.8                           | 1.3                    | 17.1                 | 32.5                | 317.0 |
| 1972 | 213.5                        | 13.3                           | 1.9                    | 16.1                 | 14.3                | 259.1 |
| 1973 | 197.9                        | 2.8                            | 2.3                    | 22.1                 | 3.4                 | 228.5 |
| 1974 | 286.2                        | 14.2                           | 2.1                    | 23.9                 | 58.5                | 384.9 |
| 1975 | 227.8                        | 16.7                           | 1.3                    | 54.8                 | 63.4                | 364.0 |
| 1976 | 225.1                        | 29.4                           | 1.6                    | 49.5                 | 55.4                | 361.0 |

FUENTE: DANE, DNP, Plan Indicativo, Incomex, DASTUR

<sup>1/</sup>: Incluye tubería

<sup>2/</sup>: Semiterminados y Rieles

Por otra parte, la demanda total se satisface en su mayor parte a través de importación de acero, especialmente de laminados en frío planos y de especiales de diverso tipo, productos particularmente consumidos en la industria metalmeccánica, automotriz y de transporte, que en Colombia ocupan una importante proporción del producto bruto manufacturero. En 1976 se importaron 361.000 toneladas de acero y la producción nacional fué solo de 287.000 toneladas. El grado de autosuficiencia ha descendido continuamente en los últimos 15 años. Mientras que en 1963 el consumo de acero de origen nacional representó el 70% del total, en 1976 fué apenas un 45%, nivel de autosuficiencia similar al del año 1957.

En resumen, de esta revisión del desarrollo de la producción de acero en Colombia, se tienen las siguientes conclusiones generales:

- a. Se observa un persistente estancamiento del aumento de la producción de acero desde 1965.
- b. La situación de Acerías Paz del Río, que contribuye con el 70% de la producción total de terminados, es el factor básico que afecta el desarrollo siderúrgico general.

- c. La producción nacional está orientada especialmente a la fabricación de acero redondo común para la industria de la construcción y obras civiles.
- d. En el consumo nacional de aceros se observa un lento crecimiento sustentado básicamente en importaciones.
- e. La lámina en frío y los aceros especiales son los rubros más importantes de las importaciones de acero, destinados a la industria metalmecánica y automotriz.

En seguida se presenta la situación actual de las empresas siderúrgicas en cuanto a capacidad instalada y utilizada, y las principales limitaciones para su desarrollo tanto desde el punto de vista de los insumos y de los procesos productivos, como los referentes al mercado final.

### 3. Situación actual de la industria siderúrgica en Colombia.-

En 1976, la capacidad instalada nacional de producción de acero en lingote era aproximadamente 500.000 toneladas de las cuales 300.000 corresponden a la capacidad instalada de Paz del Río.

La utilización de capacidad en Paz del Río en términos de acero en lingotes es relativamente alta, 84% en 1976, pero en términos de la capacidad de laminación es bastante baja, únicamente el 26%. Si bien en la línea de laminados no planos la capacidad utilizada es 81%, el tren laminador Steckel con capacidad de 400.000 toneladas/año de producción de lámina plana en caliente, solo se utilizó el 5%. Los problemas centrales son, por una parte, la inadecuada capacidad de producción de acero crudo (300.000 toneladas/año) frente a la capacidad de laminación total (610.000 toneladas/año), y la ausencia del proceso de laminación de planos en frío, el cual es esencial para la diversificación de la producción y la comercialización de los aceros planos.<sup>1/</sup>

Paz del Río cuenta además con un tren desbastador Blooming-Slabinng de un millón de toneladas/año de capacidad y que opera efectivamente en una cuarta parte por las razones anotadas.

---

<sup>1/</sup> La demanda nacional por laminados planos en caliente se calcula actualmente en máximo 35.000 toneladas/año (DASTUR).

Actualmente Paz del Río avanza el proyecto de ampliar la capacidad de producción de acero en lingote a 380.000 toneladas/año, mediante la inyección de oxígeno al alto horno y la transformación de uno de los convertidores de la acería el procedimiento LWS de soplo de oxígeno puro por el fondo.

Adicionalmente, existe desde 1968 un plan de ampliación a un millón de toneladas de acero crudo que consta además de expansiones en la capacidad de la planta de coque, nueva planta de sinterización y nuevas capacidades de laminación, incluyendo un laminador de planos en frío de 300.000 toneladas/año de capacidad, que permitirían el uso eficiente de los principales equipos de la empresa. Este plan fué estudiado y recomendado en 1975 en los estudios que sobre alternativas de desarrollo siderúrgico el gobierno contrató con la firma consultora de las Naciones Unidas, DASTUR ENGINEERING.<sup>1/</sup>

---

<sup>1/</sup> DASTUR ENGINEERING, Report to the UNIDO on the Development of Iron and Steel Industry in Colombia, Vol.I,II,III,IV, May, 1976.

Sin embargo, aunque existe un consenso sobre la necesidad de realizar estos desarrollos, el alto costo de la inversión, dificultades entre la empresa y el estado respecto a la forma de participación de éste en la expansión, mantienen estancada la iniciación de este programa.

Por otra parte, Paz del Río cuenta para su producción futura con reservas importantes de mineral de hierro que a la actual tasa de explotación serían adecuadas para los requerimientos de la empresa por 50 años; sus reservas probadas de carbón serían suficientes para 25 años de explotación, pero se cuenta con yacimientos en otras zonas cercanas de Cundinamarca, Boyacá y Santander; las reservas probadas de caliza alcanzarían para solo 15 años de producción, pero igualmente existen otras fuentes en la zona central de Colombia.

En cuanto a las plantas semintegraas, la capacidad instalada en acería eléctrica para 1976 era de 200.000 toneladas aproximadamente, para atender una capacidad de laminación de 230.000 toneladas. Considerando una relación promedio de lingote a producto terminado de 1.20:1, las

necesidades de acería para lograr la plena utilización de las capacidades de laminación, serían del orden de 270.000 toneladas. Sin embargo, actualmente la utilización de las capacidades de producción de acero en lingote en las PSI es solo del 62% y respecto a la capacidad de laminación es únicamente del 54%.

El factor principal que afecta el nivel de utilización de capacidad en las PSI es el déficit de chatarra. La generación local de chatarra se estima actualmente en 135.000 toneladas/año frente a una demanda a plena capacidad de los hornos eléctricos de 266.000 toneladas,<sup>1/</sup> lo cual ha impulsado a las acerías, desde 1970, a realizar compras externas de chatarra, hasta por 11.000 toneladas en 1975. El alto costo final en planta de la chatarra importada y la conocida incertidumbre del mercado internacional por las restricciones que los países importadores imponen a su venta particularmente en períodos de escasez, impide la satisfacción total de la demanda por chatarra a través de importaciones.

En este sentido, la estrechez del mercado nacional de

---

<sup>1/</sup> Suponiendo una relación chatarra a lingote de 1.30:1.  
Ver anexo



chatarra es una limitante especial en el desarrollo de las PSI, más aún teniendo en cuenta que las principales plantas planean instalar en el futuro capacidades adicionales de acería, reemplazando algunos de los más antiguos y pequeños hornos eléctricos e incorporando el proceso de colada continua y nuevas capacidades de laminación. De esta forma, hacia 1982 se prevee una capacidad nacional de acería eléctrica el doble de la actual.

Para abastecer de materia prima estos desarrollos, se avanzan actualmente dos estudios paralelos, cada uno con el objetivo de establecer una planta de Reducción Directa de minerales de hierro de 350.000 toneladas / año de capacidad de hierro esponja; Ferrominera S.A. con participación del Estado a través del IFI en asociación con las PSI, y Acerías del Caribe como esfuerzo privado únicamente, especialmente impulsado por SIMESA, planean la iniciación de producción de hierro esponja hacia 1982. Estos programas de Reducción Directa, también estudiados y recomendados en la investigación de DASTUR, definen actualmente las localizaciones

alternativas, el proceso y el combustible a emplear, gas natural o carbón, y los costos de inversión, que tienen fuertemente polarizadas a las PSI.

Finalmente una última consideración respecto al mercado final. Las distintas localizaciones de las PSI corresponden a la división natural del país en áreas claramente delimitadas por la topografía de la cordillera de los Andes. Por ello las PSI han sido originalmente desarrolladas para atender su respectivo mercado zonal de Barras, Varillas y Perfiles livianos. Considerando que el 90% de las ventas de Paz del Río se realizan en la zona central del país <sup>1/</sup>, se podría concluir que el mercado nacional del acero está regionalizado para cada una de las empresas, inclusive para las PSI localizadas en la zona central en la cual la demanda total no puede ser atendida únicamente por Paz del Río.

---

<sup>1/</sup> Bogotá, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Santander, Tolima y Huila en orden de importancia.

Hasta aquí tenemos un panorama general de la industria siderúrgica en Colombia, de utilidad como introducción y marco de referencia para los análisis de los siguientes capítulos sobre la tecnología y el desarrollo de la organización productiva de las empresas siderúrgicas.

CUADRO 6

CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCCION DE ACERO, 1976

(Miles Tons.)

| Empresa      | Acero crudo<br>en lingote | LAMINACION ACERO NO PLANO |              |                    | Laminación<br>Acero Plano |
|--------------|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|---------------------------|
|              |                           | Total                     | B.V.P.       | Alambre y Alambrón |                           |
| PAZ DEL RIO  | 300.0 <sup>1/</sup>       | 210.0                     | 130.0        | 80.0 <sup>2/</sup> | 400.0                     |
| SIMESA       | 76.0                      | 61.0                      | 55.0         | 6.0                | ---                       |
| SIDELPA      | 50.0                      | 50.0                      | 50.0         | ---                | ---                       |
| METALBOYACA  | 35.0                      | 45.0                      | 45.0         | ---                | ---                       |
| SIDEMUÑA     | 25.0                      | 35.0                      | 35.0         | ---                | ---                       |
| SIDENOR      | 14.0                      | 20.0                      | 20.0         | ---                | ---                       |
| FUTEC        | 5.0                       | 15.0                      | 15.0         | ---                | ---                       |
| <b>TOTAL</b> | <b>505.0</b>              | <b>436.0</b>              | <b>350.0</b> | <b>86.0</b>        | <b>400.0</b>              |

FUENTE : Encuesta BID/CEPAL

<sup>1/</sup>: 260.0 Alto horno, 40.0 Horno Eléctrico

<sup>2/</sup>: Paz del Río puede utilizar su capacidad en alambrón para fabricar varilla delgada.

CUADRO 7

PRODUCCION DE ACERO , 1976  
(Miles Tons)

| Empresa      | Acero en<br>Lingote | <u>LAMINACION ACERO NO PLANO</u> |              |             | Laminación<br>Acero Plano | Total<br>Terminados |
|--------------|---------------------|----------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|---------------------|
|              |                     | Total                            | B.V.P.       | Alam.       |                           |                     |
| Paz del Río  | 252.2               | 143.0                            | 92.7         | 50.3        | 19.6                      | 162.6 <sup>1/</sup> |
| SIMESA       | 37.0                | 35.0                             | 31.8         | 3.2         | --                        | 35.0                |
| SIDELPA      | 39.7                | 34.0                             | 34.0         | --          | --                        | 34.0                |
| METALBOYACA  | 21.7                | 26.7                             | 26.7         | --          | --                        | 26.7                |
| SIDEMUÑA     | 24.1                | 22.7                             | 22.7         | --          | --                        | 22.7                |
| SIDENOR      | 3.1                 | 2.3                              | 2.3          | --          | --                        | 2.3                 |
| FUTEC        | 2.7                 | 3.3                              | 3.3          | --          | --                        | 3.3                 |
| <b>TOTAL</b> | <b>380.5</b>        | <b>267.0</b>                     | <b>213.5</b> | <b>53.5</b> | <b>19.6</b>               | <b>286.6</b>        |

<sup>1/</sup> PDR introdujo además 9.400 toneladas de palanquilla para la venta  
FUENTE: Empresas

CUADRO 8

UTILIZACION DE CAPACIDAD, 1976  
( % )

| Empresa                   | Acero en<br>Lingote | Laminación<br>no planos | Laminación<br>Planos |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| PAZ DEL RIO               | 84.0                | 68.0                    | 5.0                  |
| SIMESA                    | 48.6                | 57.3                    | ---                  |
| SIDELPA                   | 79.4                | 68.0                    | ---                  |
| METALBOYACA               | 62.0                | 59.3                    | ---                  |
| SIDEMUÑA                  | 96.4                | 64.8                    | ---                  |
| SIDUNOR                   | 22.1                | 11.5                    | ---                  |
| FUTEC                     | 54.0                | 22.0                    | ---                  |
| <b>TOTAL<br/>NACIONAL</b> | <b>75.3</b>         | <b>61.2</b>             | <b>5.0</b>           |

FUENTE: Cuadros 6 y 7



## II

### EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LAS ACERIAS SEMINTEGRADAS

En este capítulo se presentan los resultados principales de la investigación sobre el desarrollo tecnológico de las plantas semintegradas en Colombia. En primer lugar, se ha adoptado la metodología general para los estudios BID-CEPAL sobre empresas siderúrgicas definida por Dahlman, Valadares y Maxwell en 1977.<sup>1/</sup> Segundo, se emplea el material sobre las PSI obtenido por Ramírez y Sandoval en

---

<sup>1/</sup> Dahlman, Valadares, Informaciones Básicas, CETEC-SECT/BID-CEPAL, Bello Horizonte, Agosto de 1977.  
Phillip Maxwell; Guidelines for the Steelplant Studies, BID-CEPAL, Buenos Aires, Noviembre 1977

su trabajo BID-CEPAL sobre el desarrollo tecnológico en la industria manufacturera colombiana. Tercero, se dispone de abundante información sobre las PSI recogida por el autor en dos años de trabajo sobre el sector en IFI, y en la labor de campo en las acerías en 1976 y 1977, y en 1978 para esta investigación.

El estudio se centra sobre las PSI más importantes, SIMESA, SIDELPA, METALBOYACA, SIDEMUÑA, que representan en 1976 el 95% de la producción de acero crudo y el 96% de la producción de terminados, del total de las PSI en Colombia.

1. El Proceso semintegrado de producción de acero en Colombia.-

En 1976, todas las PSI del país empleaban para su producción de acero el proceso convencional semintegrado, consistente en la fundición de chatarra de acero en hornos eléctricos de arco para obtener por el sistema de vaciado y moldeo los lingotes de acero que alimentan los trenes productores de palanquilla. Dada la similitud de los procesos empleados en cada una de las acerías,



procederemos a describirlo, en los pasos de materias primas, acería y laminación.<sup>1/</sup>

a. Materias primas:

La principal materia prima en el proceso semintegrado de producción de acero es la chatarra. Esta llega por ferrocarril o carretera a las diferentes plantas, según el lugar de procedencia. El principal centro generador de chatarra de acero en el país es Bogotá, seguido de Medellín y Cali, las ciudades más importantes.

La chatarra se pesa, se clasifica y almacena para su envío a los hornos. En SIMESA y SIDELPA se tiene especial cuidado en la clasificación de la chatarra según sus elementos de aleación, ya que estas empresas destinan parte de su capacidad a la fabricación de aceros especiales.

---

<sup>1/</sup> Todas las PSI disponen además en mayor o menor grado de facilidades para fundición de artículos de hierro via chatarra ferrosa para uso interno y/o para venta a terceros.

La chatarra menuda y de tamaño mediano se carga directamente en los hornos; la chatarra pesada y la que se obtiene en tamaños o longitudes grandes es necesario cortarla en trozos. En algunas plantas se emplea ocasionalmente pequeñas cantidades de arrabio comprado a COLAR.

Las ferroaleaciones que se utilizan son principalmente importadas. Las más importantes son el ferromanganeso, ferrosilicio, ferrocromo, ferrolibdeno y el ferrosilicomanganeso. Parte del ferrosilicio se produce en el país.<sup>1/</sup> De producción local también está el ladrillo refractario ácido; la empresa de Refractarios Colombianos, ERECOS de Medellín, que produce ladrillo y alta y baja alúmina, Industrias Cerámicas en Bogotá y Refractarios Especiales, REFRES en Medellín, que producen refractarios de baja alúmina. Estos ladrillos refractarios son utilizados para tapas de hornos eléctricos y revestimientos de cuchara

---

<sup>1/</sup> La Empresa Metálico Ltda. en Boyacá produjo en 1976 aproximadamente 1.200 toneladas de FeSi al 75% (ILAFA).

de colada principalmente. Los refractarios para revestimiento de los hornos eléctricos se importan, al igual que la totalidad de los refractarios del tipo básico y los electrodos de grafito.

b. Acería:

La fusión de chatarra se logra en hornos eléctricos de arco voltaico. Los hornos se cargan por encima mediante una canasta que contiene la chatarra, levantada por un puente-grúa.

En cada colada se obtienen temperaturas de fusión superiores a los 1.550°C. Los análisis químicos de laboratorio se realizan por colada con espectrómetro, determinando así las ferroaleaciones que deben ser añadidas al acero líquido para obtener las normas deseadas de carbón, fósforo, manganeso, silicio y azufre y otros elementos, según el acero final requerido.

El acero crudo se vierte en cucharas de colada y se transporta por puente-grúa para su vaciado en lingoteras; éstas tienen generalmente menor sec-

ción en su parte superior para facilitar el desmoldeo.

Los lingotes correspondientes a cada colada se limpian y inspeccionan, se marcan y se almacenan separadamente, tomándose algunos de muestra que son enviados a desbaste para pruebas sobre barras laminadas; en los laboratorios físicos se determinan sobre las barras sus principales características: resistencia a la tensión, límite de fluencia, alargamiento, dobladura. Además se hace el análisis químico completo. Si el resultado de los análisis y pruebas excede los límites aceptados por las normas que regulan el producto, se rechaza todo el lote y se recircula a los hornos. Si los lingotes pasan los controles, el lote se conduce a la sección de laminación.

c. Laminación:

Los lingotes se recalientan en hornos de Igualación de Temperatura (1.320°aproximadamente), para alimentar los laminadores desbastadores; aquí el lingote

es laminado entre dos grandes cilindros en sucesivas pasadas, hasta obtener un "tocho" largo y delgado.

El tocho se despunta para obtener las dimensiones deseadas y para eliminar el rechupe;<sup>1/</sup> Los despuntes son enviados a la acería como chatarra de recirculación. A continuación los tochos se laminan de nuevo en desbastadores intermedios con cilindros de distintos canales para la obtención de palanquilla de diversas medidas. Después del nuevo despunte, los semiterminados o palanquilla se conducen a las mesas de enfriamiento.

La palanquilla se calienta en hornos de recalentamiento a la entrada de los laminadores de redondos y perfiles, con cilindros de diversas formas, en pares o en tríos, en cajas dispuestas en forma semicontínua o en línea.

---

<sup>1/</sup> Figuras que se forman en la parte superior del lingote durante la solidificación.

El acero terminado, redondos y perfiles, se despuntan a la longitud requerida; los despuntes se recirculan a la acería y las barras, varillas y perfiles se transportan a las mesas de enfriamiento.

Los aceros terminados se inspeccionan antes del almacenamiento; se comprueban en el laboratorio físico-químico las diversas propiedades, límites de fluencia, resistencia máxima a la tensión, reducciones a la sección transversal, elongación del acero durante la tracción, resistencia al impacto, dureza superficial y análisis de fracturas.

Los productos principales obtenidos bajo este proceso en las PSI en el país son barras, varillas corrugadas, perfiles livianos de diversos tipos como ángulos, platinas, cuadrados, canales, H, I, T, U, y alambrón de bajo carbono, éste último solo producido por SIMESA en pequeño volumen.

2. Capacidades y equipos instalados.-

La relación de equipos de acería y laminación de las PSI se presenta en los cuadros 9, 10 y 11. En seguida observaremos en mayor detalle el proceso seguido por cada planta y los problemas básicos para su desarrollo.

a. SIMESA:

Para el proceso de fusión la empresa dispone de tres hornos eléctricos, con una capacidad práctica anual de producción de acero en lingotes estimada en 66.000 toneladas. La producción en 1976 fué de 37.010 toneladas para una utilización de solo el 56% de la capacidad de la acería. Los problemas esenciales expuestos por SIMESA se refieren a las dificultades en obtener chatarra de acero en el área de Medellín y los costos excesivos que para la empresa representaría la importación de chatarra; <sup>1/</sup> la empresa realiza compras de chatarra en mercados tan distantes como Bogotá y la Costa Atlántica.

---

1/ En el Anexo 4 se presenta comparativo de costo f.o.b. y c.i.f. en puerto colombiano, de importación de 100 toneladas de chatarra.

Para controlar la calidad de la fundición, SIMESA dispone de un moderno laboratorio equipado con espectrómetro para el análisis de cromo, níquel, manganeso, silicio, fósforo y molibdeno; toma 40 segundos el análisis de estos seis elementos. El carbono y el azufre se determinan separadamente.

En acería se obtienen lingotes de 182 a 200 Kgs. de peso; en la sección de laminación éstos se introducen en un Horno de Viga Móvil para su recalentamiento; la capacidad de este horno es de 14 toneladas/hora y se emplea como combustible aceite pesado. Los lingotes así calentados se conducen a un Tren desbastador de 400 mm., de 88.000 toneladas/año de capacidad práctica de producción de palanquilla; los lingotes reciben aquí hasta 11 pasadas para obtener palanquilla de 2 3/8".

Para el recalentamiento de la palanquilla la empresa dispone de dos hornos continuos de 7 toneladas/hora y 4 toneladas/hora de capacidad. La palanquilla recalentada pasa a un Tren Laminador de 300 mm. de



83.000 toneladas/año de capacidad. Este tren se usa como laminador intermedio cuando el producto final consiste en acero redondo de  $1/2$ " de diámetro y como laminador terminador en el caso de secciones superiores a  $1/2$ ".

Para la terminación de las barras redondas de  $1/2$ ", a continuación del tren 300 se encuentra un laminador Semicontínuo de 250 mm. de 70.000 toneladas/año de capacidad.

En seguida de este tren se encuentra una mesa de enfriamiento para barras terminadas, largo 42 Mts., ancho 10.5 Mts; las barras de  $1/2$ " se producen en longitudes mayores que la mesa por lo que es necesario dividir las en tramos de máximo 42 Mts.

Para producir varilla de  $1/2$ " y barras con secciones menores a  $1/2$ ", se tiene un laminador de 275 mm. de 16.000 toneladas/año de capacidad. Como equipo auxiliar cuenta con una Mesa de Enfriamiento de 38 Mts, de largo para varilla de  $1/2$ ". Parte de las

barras de secciones menores se utilizan para la producción de alambros de 1/4" a 3/8" y de perfiles livianos de 1/4" en un Laminador Semicontinuo de 250 mm. de 16.000 toneladas/año de capacidad. Como equipo auxiliar para la producción de alambros se dispone de un sistema de bobinadores y transportador.

Según la empresa, la capacidad anual promedio de laminación de terminados con los equipos descritos es de 61.000 toneladas. La producción en 1976 fué de 35.017 toneladas discriminada así:

#### Aceros Estructurales

|  |             |     |
|--|-------------|-----|
| Barras y Varillas de 1/2", 3/4", 5/8", 1", 1 1/4", | 27.365 ton. | 78% |
|--|-------------|-----|

#### Perfiles Livianos

|                                     |            |    |
|-------------------------------------|------------|----|
| Platinas y Angulos de 1/1" a 1 1/2" | 1.452 ton. | 4% |
|-------------------------------------|------------|----|

|                         |            |    |
|-------------------------|------------|----|
| Alambros de 1/4" a 3/8" | 3.173 ton. | 9% |
|-------------------------|------------|----|

#### Aceros Especiales

|                   |            |    |
|-------------------|------------|----|
| barras y platinas | 3.027 ton. | 9% |
|-------------------|------------|----|

---

|       |             |  |
|-------|-------------|--|
| Total | 35.017 ton. |  |
|-------|-------------|--|

La capacidad utilizada en laminación es apenas 57%. Este bajo nivel de utilización está definido no solo por la limitación de acería sino por el receso en la industria de la construcción en Colombia, que en 1975 y 1976 afectó a todas las PSI, después de un período de alta actividad de la construcción en 1973 y 1974.

b. SIDELPA:

Es la primera planta del Grupo Andino en introducir la tecnología de la fabricación de aceros especiales.

En acería la empresa cuenta con tres hornos eléctricos para una capacidad práctica de producción de 5.000 toneladas/año de acero en lingote. La producción en 1976 fué de 39.651 toneladas para una utilización de 79% de la capacidad instalada.

El control de calidad se ejerce por colada en un moderno laboratorio equipado con espectrómetro que determina hasta 17 elementos en 45 segundos.

En la sección de laminación SIDELPA cuenta con los

siguientes equipos:

- Dos hornos de igualación de 10 y 6 toneladas/hora de capacidad para el calentamiento de lingotes.
- Tren desbastador de 450 mm., en el cual se desbastan los lingotes utilizando las dos primeras cajas para la producción de palanquilla de 3 1/2". Este tren puede producir barras gruesas de 3 1/2" y perfiles hasta de 4", empleando todas las cinco cajas laminadoras más una caja canteadora que se coloca antes de la primera caja terminadora.
- Tren laminador de 320 mm. que se alimenta con la palanquilla suministrada por el 450 para fabricar redondos y perfiles de 1 1/2" a 3".
- Tren desbastador de 350 mm. que trabaja en serie con un tren Laminador de 250 mm., para fabricar acero redondo de 1/2" a 1" y cuadrados pequeños, platinas y ángulos livianos de 3/4" a 1 1/2".

Para la inspección de los terminados la empresa posee modernos microscopios hasta de 2000 X para estudios sobre la microestructura del acero en diferentes estados y tratamientos.

La capacidad práctica de producción de terminados es de 50.000 toneladas/año; la producción en 1976 fué de 34.027 toneladas para una utilización del 68%.

Aparte de las dificultades en el suministro de chatarra, SIDELPA enfrenta el problema de una demanda insuficiente en el país por los aceros que está en capacidad de producir. Por ello la empresa destina generalmente la mitad de su capacidad a la fabricación de acero común.

En 1976, la producción se discriminó así:

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Barras y Varillas | 5.371 tons.   |
| Perfiles livianos | <u>11.660</u> |
| Total Acero común | 17.031 50.05% |

|                      |               |        |
|----------------------|---------------|--------|
| Acero fino al carbón | 6.712 Tons.   |        |
| Aceros aleados       | <u>10.284</u> |        |
| Total especiales     | 16.996        | 49.95% |

c. METALBOYACA:

Hasta 1974, los Trenes Laminadores de la empresa eran alimentados con palanquilla comprada a Paz del Río a solo 40 Kms. de la planta, o importada. En ese año la empresa se transformó al proceso semintegrado de producción de acero con la instalación de un horno eléctrico de 35.000 toneladas/año de capacidad de producción de acero en lingote. La producción efectiva en 1976 fué de 21.700 tons. lo cual significa una utilización del 62% de la capacidad instalada.

Para el proceso de laminación, METALBOYACA tiene instalados los siguientes equipos:

- Tren desbastador de 380 mm., el cual elabora palanquilla de 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" x 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub>". Capacidad anual de 38.000 toneladas.

- Tres trenes laminadores de 250 mm. cada uno.

La producción ha sido distribuída por las empresas entre los laminadores así:

### Tren 1

Angulos:  $1/8 \times 3/4''$  y  $1/4 \times 2''$

Perfil Z,T

Canal U y

Cuadrados:  $1/8 \times 3/4''$ ,  $1/8 \times 1''$  y  $3/16 \times 1 \frac{1}{2}''$

### Tren 2

Platinas pequeñas

Cuadrados y redondos:  $1/8 \times 1/2''$  a  $3/16 \times 1 \frac{1}{4}''$

### Tren 3

Redondos, cuadrados y platinas:  $4''$

Platinas medianas:  $1/2 \times 1''$  a  $1/2 \times 3''$

La capacidad total de producción de laminados en Metalboyacá se calcula en 45.000 toneladas La producción en 1976 fué de 22.250 toneladas discriminadas así:

|           |              |        |
|-----------|--------------|--------|
| Angulos   | 11.072 tons. | 49.7 % |
| Platinas  | 4.842 tons.  | 21.7 % |
| Cuadrados | 1.932 tons.  | 8.7 %  |
| Canal V   | 526 tons.    | 2.3 %  |
| Simples T | 1.677 tons.  | 7.5 %  |
| Perfil Z  | 127 tons.    | 0.6 %  |
| Redondos  | 4.509 tons.  | 2.0 %  |
| Despunte  | 2.078 tons.  | 7.5 %  |

En la subutilización de la capacidad instalada en acería (62%) y laminación (49%), el principal obstáculo es, según la empresa, la dificultad para obtener un suministro adecuado y estable de chatarra, y por la recesión de 1975-1976 en la industria de la construcción hacia la cual se destina la mayoría de los productos.

d. Siderúrgica del Muña:

La empresa cuenta para la producción de lingote de acero con dos hornos eléctricos de 25.000 toneladas/año de capacidad total de producción; en 1976 se fundieron 24.100 toneladas, lo que representa el



96% de la utilización de la capacidad de acería, el nivel más alto de utilización entre las PSI del país.

Para la producción de laminados, SIDEMUÑA tiene los siguientes equipos:

- Horno Continuo de calentamiento de lingote de 160 Kgs., con capacidad de 6 toneladas/hora.
- Tren Desbastador de 450 mm. para la producción de toda la palanquilla que alimenta los laminadores.
- Dos Trenes Laminadores de 260 mm.

La capacidad de producción de terminados es de 35. mil toneladas/año. La producción efectiva en 1976 fué de 22.700 tons. discriminado así (en miles de toneladas) :

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Varilla de 1/3" | 1.4 tons.  |
| Varilla de 1/2" | 1.4 tons.  |
| Varilla de 5/8" | 11.5 tons. |
| Varilla de 3/4" | 2.5 tons.  |

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Varilla de 7/8"    | 2.0 tons. |
| Cuadrado de 9 mm.  | 2.0 tons. |
| Cuadrado de 12 mm. | 0.6 tons. |
| Despunte           | 1.3 tons. |

CUADRO 9

P.S.I. - HORNOS ELECTRICOS

| Empresa     | Marca        | Capacidad Nominal (Tons.) | Diámetro (Mts) | Capacidad teórica de producción | Transformador | Capacidad práctica prod.anual | Producc. efectiva 1976 |
|-------------|--------------|---------------------------|----------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| SIMESA      | Lectromelt   | 30                        | 3.74           | 12 tons/hora                    | 12.500 KVA    | 66.000 Ton                    | 87.010 Tons            |
|             | Brown Boveri | 10                        | 2.97           | 3                               | 3.000         |                               |                        |
|             | Lectromelt   | 5                         | 2.66           | 2                               | 2.000         |                               |                        |
| SIDELPA     | Lectromelt   | 12                        | 3.00           | 5                               | 6.250         | 50.000                        | 31.900                 |
|             | Lectromelt   | 12                        | 3.00           | 5                               | 6.250         |                               |                        |
|             | Lectromelt   | 3.5                       | 2.14           | 1.5                             | 1.500         |                               |                        |
| METALBOYACA | Lectromelt   | 17.6                      | 3.35           | 8                               | 10.000        | 35.000                        | 21.700                 |
| SIDEMUÑA    | Lectromelt   | 10                        | 2.72           | 5.5                             | 5.000         | 25.000                        | 24.100                 |
|             | Brown Boveri | 6                         | 2.62           | 3                               | 2.500         |                               |                        |

CUADRO 10

P.S.I. TRENES DESBASTADORES

| Empresa     | Clase                  | Dimensión de cilindros | Número de cajas | Disposición | Motor Eléctrico | Capacidad pract. de produc. anual |
|-------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|
| SIMESA      | Desbastador            | 400 mm.                | 2               | En línea    | 1.250 H.P.      | 88.200 Tons.                      |
|             | Desbastador Intermedio | 300 mm.                | 5               | En línea    | 1.000 H.P.      | 83.000 Tons.                      |
|             | Desbastador Intermedio | 250 mm.                | 2               | Semincont.  | 600 H.P.        | 70.000 Tons.                      |
| SIDELPA     | Desbastador            | 450 mm.                | 5               | En línea    | 1.200 H.P.      | 75.000 Tons.                      |
|             | Desbastador Intermedio | 350 mm.                | 1               | -----       | 500 H.P.        | 30.000 Tons.                      |
| METALBOYACA | Desbastador            | 380 mm.                | 2               | En línea    | 1.000 H.P.      | 38.400 Tons.                      |
| SIDEMUÑA    | Desbastador            | 450 mm.                | 2               | En línea    | 300 H.P.        | 35.000 Tons.                      |

CUADRO 11

P.S.I. TRENES LAMINADORES

| Empresa     | Dimensión de Cilindros | Número de cajas | Disposición  | Motor Eléctrico | Cap. práctica produc. anual | Producción Efectiva 1976 |
|-------------|------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| SIMESA      | 275 mm.                | 5               | En línea     | 500 H.P.        | 61.000 tons.                | 35.017 Tons              |
|             | 250 mm.                | 4               | Semicontínuo | 400 y 250 H.p   |                             |                          |
| SIDELPA     | 250 mm.                | 5               | En línea     | 700 H.P.        | 78.000 Tons.                | 34.027 Tons              |
|             | 320 mm.                | 5               | En línea     | 1200 H.P.       |                             |                          |
| METALBOYACA | 250 mm.                | 5               | En línea     | 450 H.P.        | 45.000 Tons.                | 22.254 Tons              |
|             | 250 mm.                | 5               | En línea     | 450 H.P.        |                             |                          |
|             | 250 mm.                | 4               | En línea     | 450 H.P.        |                             |                          |
| SIDEMUÑA    | 260 mm.                | 4               | En línea     | 150 H.P.        | 35.000 tons.                | 22.700 Tons.             |
|             | 260 mm.                | 6               | En línea     | 750 H.P.        |                             |                          |

### 3. Desarrollo y cambio tecnológico en las acerías

#### semintegradas:

Para cada una de las empresas seleccionadas, se presenta la información disponible sobre su origen y el del proceso inicialmente seleccionado, la descripción de la evolución de la producción, la composición de ésta, la identificación cronológica, las causas y efectos de la adquisición de los equipos principales y otros cambios tecnológicos importantes, y el análisis de los períodos críticos en la historia de la planta.

#### a. Siderúrgica de Medellín.-

Es la más antigua empresa siderúrgica del país, fundada en Agosto del año 1938, bajo la iniciativa empresarial del ingeniero colombiano Julián Cock, quien, como resultado de sus propias investigaciones y sin mayor asesoría técnica, introdujo por vez primera la tecnología de fundición de acero en horno de arco. Este fué un horno eléctrico Brown Boveri de pequeño volumen, 1000 Kgs. capacidad

anual 3.000 toneladas, adquirido mediante la Escuela Nacional de Minas en Medellín.<sup>1/</sup>

Fueron varios los factores que impulsaron la creación de SIMESA; en primer lugar, la Ley 97 de 1933, ya referida en el primer capítulo, consignaba medidas de fomento para la organización de industrias destinadas a la elaboración de productos de hierro y acero, en un intento del gobierno por crear empresas locales con miras a la sustitución de importaciones de productos básicos. Particularmente en el caso del acero, los costos finales en Medellín, después del fletes e impuestos desde Estados Unidos o Europa eran lo suficientemente altos como para intentar su producción local rentablemente. Se anota además que en la época se disponía, únicamente en el área de Medellín, de suficiente cantidad de desechos de hierro y acero para ser transformados, esencialmente en acero para

---

<sup>1/</sup> El origen y desarrollo de SIMESA en sus primeros años se describe en el folleto conmemorativo de los 40 años de vida: "SIMESA, 40 años 1938-1978, Siderúrgica de Medellín S.A., Medellín, 1978". No existe mayor información adicional para el período 1938-1960.

la construcción, reemplazando así, junto con el cemento, materiales que como la madera, se hacían más escasos y no respondían a las exigencias del proceso de urbanización. 1/

La actividad industrial la inició SIMESA con un pequeño laminador en el que se produjo acero redondo, laminando directamente lingotes de bajo peso; laboraban 32 empleados, lo que da una idea del tamaño de la empresa. 2/

En 1941 se compró un taller de fundición de piezas, "Talleres Robledo" adyacente a SIMESA, en el cual se comenzó la actividad de fundición de hierro maleable. En 1943 SIMESA produjo 1.629 toneladas de acero y piezas fundidas.

---

1/ SIMESA. 40 años, Pag. 9

2/ En 1941 el IFI aportó \$230.000 y obtuvo el 38% de las acciones de la compañía, las cuales vendió periódicamente a los particulares antes de 1952.



El desarrollo de la empresa fué muy lento y en 1951 produjo apenas 4.500 toneladas de varilla de acero. En 1953 SIMESA fundó tres empresas: la empresa de Refractarios Colombianos, ERECO, en Medellín, para el suministro de ladrillo refractario de tipo ácido, para revestimiento de cucharas de colada y cubilotes en la industria de fundición de hierro; la compañía de Cementos El Cairo, 40 Kmts. al sur de Medellín; y la compra de la empresa Siderúrgica del Muña en Bogotá, para la producción y venta en la zona central del país de piezas fundidas de hierro.

Sin embargo, las expectativas sobre el desarrollo de Paz del Río habían limitado el crecimiento de la actividad de acería en SIMESA. Aunque en 1953 la empresa produjo aproximadamente 15.000 toneladas de productos de hierro y acero, solo 4.700 toneladas de acero redondo producidas señalan que la expansión de capacidades se realizaron sobre todo en la actividad de fundición.

Aunque en 1954 se instaló un segundo horno eléctrico

de dos toneladas de capacidad por colada, y en 1958 la empresa generaba 450 empleos directos, la mayor parte de este crecimiento estaba representado en la Planta de Maleable, instalada en 1955 para la producción de accesorios para tubería, en el Taller de Maquinado instalado en 1957 y en la Planta de Tubería Galvanizada y Conduit para fabricar tubería de acero con costura a partir de lámina importada, creada en 1958.

Solo con la instalación en 1960 de un horno Brown Boveri de 10 toneladas por colada y capacidades adicionales en laminación, SIMESA retomó su actividad en siderurgia. Por esta época ya se observaba claramente que la planta integrada de Paz del Río no podría abastecer totalmente la creciente demanda nacional por acero redondo común. En 1964 se instaló un laboratorio especializado de control de calidad, el cual se ha venido equipando periódicamente. <sup>1/</sup> De esta forma, SIMESA opera en toda la década de los sesenta con capacidades prácticas de 25

---

<sup>1/</sup> En 1976 se adquirió un moderno espectrómetro.

mil toneladas/año de acero en lingote y 22 mil toneladas de aceros terminados.

CUADRO 12

SIMESA, PRODUCCION DE ACERO 1960 - 1970

(Miles Tons.)

| <u>Año</u> | <u>Producción de<br/>acero en lingote</u> | <u>Producción de<br/>Barras y Varillas</u> |
|------------|---|--|
| 1960       | 16.0                                      | 13.4                                       |
| 1961       | 16.5                                      | 13.8                                       |
| 1962       | 20.2                                      | 16.9                                       |
| 1963       | 22.6                                      | 18.9                                       |
| 1964       | 21.9                                      | 18.3                                       |
| 1965       | 22.4                                      | 19.0                                       |
| 1966       | 19.5                                      | 16.3                                       |
| 1967       | 22.1                                      | 18.8                                       |
| 1968       | 21.6                                      | 18.4                                       |
| 1969       | 19.8                                      | 15.2                                       |
| 1970       | 20.5                                      | 19.0                                       |

FUENTE: SIMESA.

En el Cuadro 12 se aprecia que el nivel de utilización de capacidades fué relativamente alto en el período y la producción en un nivel estable. Los productos principales, barras lisas y varilla corrugada en medidas desde 1/2" hasta 1/4" se vendieron principalmente en Antioquia, (60%-70%), el centro del país y la costa Atlántica.

En 1966 SIMESA instala la Planta de Forjado para cuerpos moledores en la industria cementera, y en 1968 funda la Planta de Hojalata y Laminadores SA, HOLASA, para estafado de lámina y producción de hojalata a partir de acero importado en rollos. La creación de HOLASA requirió la inversión de grandes cantidades de dinero por parte de SIMESA, y con el incremento en el número de acciones debido a la emisión permanente para financiar operaciones, se crearon cargas financieras insostenibles.

Según la empresa, el empleo de una tecnología obsoleta, la diversificación de actividades, y por lo tanto, la compra indiscriminada de maquinaria y

equipo sin un plan coordinado de desarrollo, sumado a equivocadas políticas en la adquisición de materias primas, y en general, a desacertadas políticas de manejo administrativo, abocaron a SIMESA a su crisis más aguda en 1970 y 1971. <sup>1/</sup>

La crisis tomó a SIMESA en un momento en el cual se había decidido aumentar las capacidades de acería y laminación, y los nuevos equipos ordenados desde 1969, se encontraban en trámite en los puertos. La falta de recursos para cubrir impuestos de aduana, transporte interno y costos de montaje, implicó que la maquinaria permaneciera largo tiempo en la Zona Franca de Barranquilla.

Se requirió entonces un viraje total de la empresa y una larga serie de medidas económicas, financieras y administrativas, incluyendo el retiro de acciones de la bolsa de valores, renegociación de convenciones colectivas, castigo de inventarios y la adquisición de nuevos créditos internacionales para atender compromisos vencidos con los bancos

---

<sup>1/</sup> SIMESA, 40 años, Pag.12.

nacionales y con proveedores colombianos y extranjeros.

La medida más drástica fué la venta de las compañías subsidiarias, HOLASA y SIDERURGICA DEL MUÑA, lo cual, sumado a las decisiones anteriores, permitió la recuperación total de SIMESA en los años posteriores.

Respecto a la actividad productiva, el principal efecto positivo de la reorganización de la compañía fué la implementación del plan de instalación de los nuevos equipos en acería y laminación. En primer lugar, para reemplazar la tecnología obsoleta representada sobretodo en los viejos laminadores en uso desde la década de los cincuenta, y segundo, para satisfacer el esperado aumento en la demanda por acero para la industria de la construcción, derivado de la implementación del Plan de Desarrollo Nacional 1970-1974; los nuevos equipos significaron un notable aumento en las capacidades instaladas de SIMESA.

Los equipos se instalaron en 1970 y 1971. Un horno Lectromelt de 30 toneladas por colada, con el cual la capacidad final de SIMESA en acero en lingote se elevó a 66.000 toneladas/año; un tren desbastador de 400 mm. con una capacidad inicial de 60.000 toneladas/año en palanquilla; un desbastador o laminador intermedio de 300 mm. de 52.000 toneladas/año de capacidad; un laminador intermedio semicontinuo de 250 mm. de 50.000 toneladas/año de capacidad, y un laminador semicontinuo de 250 mm. de 16 mil toneladas/año de capacidad en terminados. En 1972 se instaló un laminador de 275 mm. de 16.000 toneladas/año de capacidad. Como equipo auxiliar se instaló un horno para recalentamiento de palanquilla y una mesa de enfriamiento.

De esta forma, a partir de lingotes de mayor peso, 182 a 200 Kgs., se produce palanquilla de  $1\frac{1}{2}$ " a  $2\frac{3}{8}$ " para laminación de barras y varillas entre  $\frac{3}{8}$ " hasta  $1\frac{3}{4}$ ", y perfiles livianos, cuadrados y platinas, producidos por primera vez en 1972.

CUADRO 13

SIMESA, PRODUCCION DE ACERO

1971 - 1976

(Miles de toneladas)

| AÑO  | Consumo de Chatarra |      |       | Producción de Acero<br>en Lingotes | producción acero terminado |       |        |          |       |
|------|---------------------|------|-------|------------------------------------|----------------------------|-------|--------|----------|-------|
|      | Nal.                | Imp. | Total |                                    | B y V                      | Perf. | Alamb. | A.espec. | Total |
| 1971 | 27.3                | ---  | 27.3  | 29.1                               | 21.6                       | ---   | ---    | ---      | 21.6  |
| 1972 | 33.0                | 10.3 | 43.3  | 42.9                               | 38.5                       | 0.2   | ---    | ---      | 32.7  |
| 1973 | 47.4                | 5.0  | 52.4  | 41.5                               | 32.8                       | 0.8   | ---    | ---      | 33.6  |
| 1974 | 41.7                | 2.7  | 44.1  | 31.7                               | 24.9                       | 0.3   | ---    | ---      | 25.2  |
| 1975 | 51.1                | 7.0  | 58.1  | 40.7                               | 25.0                       | 0.5   | 4.0    | 0.7      | 30.2  |
| 1976 | 45.9                | 0.4  | 46.3  | 37.0                               | 27.4                       | 1.4   | 3.2    | 3.0      | 35.0  |

FUENTE: SIMESA



Sinembargo, aunque la producción de acero en lingote y de acero terminado aumentó 102% y 77% respectivamente entre 1970 y 1973, en este último año el nivel de utilización de las nuevas capacidades fue solo de 62% en acería y 64 promedio en laminación, básicamente por dificultades en el abastecimiento de chatarra. Particularmente, el área de Medellín y su zona de influencia, Antioquia, registra desde 1969 déficits de oferta de chatarra.<sup>1/</sup>

Ya para este año registró SIMESA la primera compra importante de chatarra en el extranjero: 9.500 toneladas, con la sola excepción del año 1971, SIMESA ha realizado periódicas importaciones de chatarra para suplir el déficit de suministro local. Con la crisis mundial del acero en 1973-1974, la situación de esta materia prima se agravó radicalmente. Entre 1972 y 1974 los precios de la chatarra nacional e importada, cif en planta, se elevaron para SIMESA en un 108% y 270% respectivamente; el alza general

---

<sup>1/</sup> En Medellín existen además importantes plantas fundidoras como Metalúrgicas Apolo, Mecánicos Unidos, FURESA, FUTECH, Landers Mora y otras que compiten en el mercado de chatarra.

que cubrió la totalidad de las materias primas del acero, se tradujo por supuesto en similares aumentos de los precios de venta de los productos finales.

En 1974, en un intento por racionalizar el mercado nacional de la chatarra, SIMESA, en asocio con las demás plantas semintegradas, crearon la Sociedad Industrial de Productos Siderúrgicos S.A., SIPSA, como ente comercializador de la chatarra nacional para las acerías miembro.<sup>1/</sup>

En 1975, se inició la fabricación de dos nuevas líneas de acero, aceros especiales y alambrón, como el primer paso importante de SIMESA para diversificar su producción. Según la empresa, el objetivo es producir en otras líneas de mayor valor agregado, superior rentabilidad y que no estén sometidas a las fluctuaciones cíclicas de la industria de la construcción.<sup>2/</sup>

- 
- 1/ SIPSA realiza las importaciones de chatarra y además dispone de una planta de desguace de barcos en la Costa Atlántica, con capacidad de 5.000 toneladas anuales de chatarra de primera calidad.
- 2/ SIMESA, Informe y Balance 1975, Pag.5.

En 1975 y 1976 la industria de la construcción en Colombia sufrió una fuerte recesión que afectó la producción de acero redondo para refuerzo y perfiles en las acerías del país.

Para la construcción de aceros especiales, SIMESA recibió desde 1974 asistencia técnica de la firma Aceros de Llodio S.A. de España. El horno Brown Boveri de 10 toneladas se destinó a la producción exclusiva de estos aceros, para lo cual fue necesario cambiar su revestimiento a refractario básico. En 1976 se produjeron 3.027 toneladas de aceros especiales, principalmente barras redondas y cuadradas, platinas de aristas vivas y redondeadas para uso en metalmecánica.

Respecto a la producción de alambión, la empresa destinó el Laminador Semicontinuo de 250 mm. para la fabricación de éste. En 1976 se produjeron 3.173 toneladas de alambión de media resistencia

de 1/4 y 3/8" para uso en la industria de alambres y cables de acero. En 1976 también se incrementaron los esfuerzos por normalizar la producción de perfiles livianos (ángulos de 3/8" hasta 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" con espesores de 1/8" y 3/16"), cuadrados y platinas. El volumen de producción de ángulos no fué muy significativo, y se realizó en los mismos equipos que se utilizan para la producción de alambrones.

Según la empresa, se registró una disminución temporal en la eficiencia y una reducción en los márgenes de rentabilidad de los productos, por la sustitución de líneas tradicionales por nuevos procesos y productos, lo cual implicó una baja en el ritmo de la producción por la adecuación de instalaciones y equipos para implementar las nuevas líneas. <sup>1/</sup>

Finalmente, por el hecho de encontrarse las instalaciones industriales de SIMESA muy cercanas al área urbana de Medellín, mediante contrato con la

---

<sup>1/</sup> SIMESA, I y B, 1975, Pag. 5.

Fuller Co. de Estados Unidos se adquirió un moderno sistema de control a la emisión de humos de los hornos eléctricos a un costo de US.\$500.000 aproximadamente, incluídas las obras civiles. Y como proyecto a corto plazo se tiene la compra a la firma Concast A.G. de Zurich de una máquina de Colada Continua de palanquilla a instalar a fines de 1978, con un costo aproximado de US.\$ dos millones, lo cual permitirá incrementar la eficiencia en uso de materias primas y en calidad del producto final.

b. SIDERURGICA DEL PACIFICO.-

La empresa se fundó en agosto de 1961 bajo iniciativa de su gerente actual, Carlos Calderón, y de un grupo de inversionistas del Departamento del Valle; la producción comercial de acero se inició en 1962 con técnicos de los antiguos Talleres Crup, de Cali, y algunos con experiencia en Paz del Río; el desarrollo de SIDELPA en sus primeros años, aunque se tuvo orientación sin contrato específico de algunos

expertos extranjeros, fue realizado básicamente por las directivas y los técnicos nacionales.

SIDELPA comenzó con un pequeño horno eléctrico Lectromelt de 3.5 toneladas por colada, capacidad aproximada de 12.000 toneladas/año en lingotes de acero, y un laminador de 250 mm. con el cual se inició la producción de perfiles livianos (cuadrados, ángulos y platinas) para abastecer el mercado regional.

CUADRO 14

SIDELPA 1963-1966

(Cifras en miles Tons)

| AÑO  | Capacidad I.<br>Ac.Lingote | Capacidad I.<br>Laminación | Producción de<br>Ac. Lingote | Producción de<br>Perfiles |
|------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1963 | 12.0                       | 15.0                       | 4.5                          | 3.8                       |
| 1964 | 12.0                       | 15.0                       | 10.8                         | 9.0                       |
| 1965 | 12.0                       | 15.0                       | 9.8                          | 11.5                      |
| 1966 | 35.0                       | 30.0                       | 17.0                         | 13.3                      |

FUENTE: SIDELPA.

Sin embargo, desde 1963 se gestaba en la dirección de SIDELPA la idea de introducir la tecnología de producción de aceros especiales que eran importados en su totalidad para la industria metalmeccánica. En 1964 las directivas de SIDELPA tomaron contactos con diversos aceristas europeos para la asistencia técnica en la producción de estos aceros. La tecnología productiva se obtuvo a través de un contrato de asociación con la firma Aciaria Valbruna de Italia.

El proyecto inicial fué el desarrollo de la producción de aceros finos al carbono (barras, varillas y perfiles livianos). Se adquirieron nuevos equipos: un Horno Lectromelt de 12 toneladas por colada y un Tren Desbastador Duo de 450 mm. para la producción de barras gruesas y de palanquilla para el Tren 250. Estos equipos se instalaron en 1966, año en el cual se comenzó la producción de aceros especiales. La financiación de estas operaciones se obtuvo mediante crédito de los proveedores de equipos y a través del IFI, el cual aportó en Diciembre de 1976 cinco millo-

nes de pesos como inversión directa y prestó seis millones más. <sup>1/</sup>

A partir de la experiencia adquirida por los técnicos entrenados en Italia, por la asesoría de la firma asociada y por el aprendizaje en las operaciones, SIDELPA desarrolló rápidamente esta línea de aceros y para diversificar su producción, en 1969 se avanzó, también con asistencia de Valbruna, en la línea de los aceros aleados al silicio, cromo, molibdeno, manganeso, níquel y vanadio. <sup>2/</sup>

De esta forma, en 1970 de la producción total de terminados en SIDELPA, el 72% correspondían a aceros especiales; pero, aunque la idea original era emplear la totalidad de la capacidad de la empresa en la producción de estos aceros, la demanda nacional resulta inferior a la capacidad de producción, y SIDELPA continuó destinando gran parte de su capacidad instalada a la producción de acero común.

---

<sup>1/</sup> El IFI adquirió una participación del 8.6% en el capital de la sociedad en 1967, y la vendió a los inversionistas privados en 1971.

<sup>2/</sup> La producción de aceros especiales en SIDELPA se ciñe a las normas internacionales AISI-SAE y DIN.



CUADRO 15

SIDELPA 1967-1970

(Cifras en miles de Tons.)

| Año  | Capacidad I.<br>Ac.Lingote | Capacidad I.<br>Laminación | Producción de<br>Lingotes | Producción de<br>acero común | Producción de<br>Ac.especiales | Proc.Total<br>Terminados |
|------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1967 | 35.0                       | 30.0                       | 22.2                      | 13.3                         | 3.8                            | 17.1                     |
| 1968 | 35.0                       | 30.0                       | 25.5                      | 10.4                         | 7.1                            | 21.5                     |
| 1969 | 35.0                       | 30.0                       | 26.5                      | 10.2                         | 16.0                           | 26.2                     |
| 1970 | 35.0                       | 30.0                       | 27.8                      | 7.6                          | 19.7                           | 27.3                     |

FUENTE : SIDELPA

En 1970 se inició la segunda ampliación con la compra de un nuevo horno Lectromelt de 12 toneladas por colada y un nuevo desbastador-terminador de 450 mm. más versátil, que reemplazó al que se venía usando, el cual fué vendido a Siderúrgica del Muña. Adicionalmente se instaló en 1971 un laminador de 320 mm. y como equipo auxiliar, máquinas enderezadoras, de calibrado, pelado y rectificado, y hornos para tratamiento técnico. Con estos equipos la capacidad instalada en acería se elevó a 50.000 toneladas/año y a 45.000 toneladas/año en laminación.

El Tren 450 desbasta los lingotes para producir la palanquilla necesaria para el Tren 320; además puede producir barras terminadas gruesas empleando todas sus cinco cajas laminadoras, más una caja canteadora. El Tren 320 lamina la palanquilla para fabricar acero terminado de menor diámetro o el redondo intermedio para alimentar el Tren 250, destinado para la terminación de los redondos

y perfiles más livianos. Con estos ensanches, el programa de fabricación, tanto en aceros especiales como comunes, quedó así:

Barras y Varillas de 1/2" a 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" de diámetro

Cuadrados de 3/8" a 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" de lado

Platinas de 1" x 1/8" hasta 6" x 1".

Angulos de 3/4"x 1/8" hasta 4" x 1/2"

La producción de aceros especiales disminuyó en 19.700 toneladas en 1970 a 12.100 en 1972, mientras que la producción de acero común pasó a representar en este último año el 59% de la producción total de terminados, básicamente por la necesidad de satisfacer el aumento en la demanda del sector de la construcción en el período 1971-1974.

En un esfuerzo por diversificar aún más la línea de los aceros especiales, SIDELPA adquirió de Valbruna, en 1971, la tecnología de la fabricación de aceros inoxidable, pero la demanda es bastante baja y la producción de esta línea es actualmente mínima.

Bajo estas circunstancias, SIDELPA comenzó la exportación de aceros especiales a Venezuela, Ecuador y Centroamérica, pero la competencia de terceros impide la venta de volúmenes importantes. <sup>1/</sup>  
Por ello la empresa ha venido buscando desde 1973 por intermedio del gobierno que, dentro de la programación del sector Siderúrgico en el Grupo Andino, se le asigne a Colombia la producción de los aceros aleados no planos. <sup>2/</sup>

En 1974 SIDELPA inició su tercera etapa de ampliación y modernización; se suspendieron temporalmente las operaciones del tren 250 para reemplazar su motor de 500 H.P. por uno de 700 H.P. e instalarle equipo auxiliar, una mesa de enfriamiento de 30 x 3 Mts., caminos de rodillos a la entrada y salida de la mesa, sizalla volante para el corte de barras y perfiles a la longitud de la mesa y dos máquinas

---

1/ Las exportaciones de aceros especiales de SIDELPA son:

|      |            |      |            |
|------|------------|------|------------|
| 1970 | 400 tons.  | 1974 | 1600 tons. |
| 1971 | 1700 tons. | 1975 | 800 tons.  |
| 1972 | 400 tons.  | 1976 | 1300 tons. |
| 1973 | 1900 tons. |      |            |

2/ Ver propuesta de la Junta sobre el Desarrollo de la Industria Siderúrgica, Propuesta 66, Rev.4, Lima, 1976. La programación en acero común parece imposible pues los países la consideran básica para su desarrollo, pero se estima factible hacer programación en el sector de aceros especiales.

enderezadoras. Por una parte se concluyó que el equipo del Tren 250 era de diseño muy deficiente e incapaz de manejar más de 1.100 toneladas mensuales; además, SIDELPA instaló un Tren Desbastador de 350 mm. con el objetivo primordial de desbastar lingote pequeño de 125 Kilos para producir palanquilla con peso de 60 a 120 Kilos y alimentar directamente el Tren 250.

En resumen, los efectos de la tercera ampliación fueron los siguientes:

1. En las condiciones anteriores, el desbaste de los lingotes grandes en el 450 a palanquilla de 3" para el tren 320 y de éste al 250, se hacía en forma muy lenta. Ahora el Desbastador 350 suministra directamente palanquilla al 250; así, los lingotes se laminan en un solo calor hasta el producto terminado; la capacidad del tren 250 aumenta a 1.600 toneladas mensuales.

2. El Desbastador 450 produce ahora palanquilla de  $3\frac{1}{2}$ " para el Tren 320 disponiendo de más tiempo para la producción de barras gruesas terminadas; la capacidad del 450 pasa de 6 a 9 toneladas/hora.

La instalación del Tren 350 se complementó con un horno de calentamiento de lingotes de 6 toneladas/hora de capacidad y caminos de rodillos a la entrada y salida del tren; además la empresa montó dos puente-gruas de 7 y 5 toneladas de capacidad para las naves de los trenes 450 y 250.

Al mismo tiempo se avanzó en una serie de adiciones y modificaciones a los hornos eléctricos, la principal de las cuales fué la instalación de un nuevo sistema de regulación de electrodos para mejorar su velocidad de respuesta, lo cual es indispensable en la fabricación de aceros con muy bajo contenido de carbono. El horno de 3,5 toneladas se destina en adelante para coladas de aceros especiales en volú-

menes muy reducidos, modificándosele el transformador, el revestimiento y el diseño de la tapa.

La empresa instaló sistema de calentamiento de cucharas con quemadores , ventiladores y precalentadores de aire para los hornos de calentamiento, con lo cual se redujo un 25% el consumo de fuel-oil y ACPM. Finalmente se completó el laboratorio con la instalación de un equipo Spectrovac II para el análisis rápido de elementos. Esta ampliación se realizó en 1974 y 1975 y fué llevada a cabo en lo fundamental por técnicos de la empresa. <sup>1/</sup>

Los desarrollos coincidieron con la agudización de la crisis del mercado de la chatarra, y SIDELPA, para cumplir con su programa de fabricación y mantener un nivel estable de utilización de equipos, realizó compras externas de chatarra, por 1.659 toneladas en 1974 y 2.550 toneladas en 1975. En este último año adquirió además 2.653 toneladas de palanquilla, la mayor parte importada. En 1976 la empresa

---

<sup>1/</sup> El contrato de asociación con Valbruna terminó en 1974.

se vió afectada por el racionamiento de energía eléctrica que fué particularmente grave en el Departamento del Valle, lo cual, sumado a la recesión en la industria de la construcción implicó que la producción de acero terminado en SIDELPA superó en sólo un 16% el nivel de producción de 1973.

En el corto plazo, SIDELPA está montando un equipo de Colada Continua de palanquilla suministrado por la firma Danieli & C. de Italia, con una inversión aproximada de US \$1.500.000 y que se espera entrará en operación en 1979.

c. METALBOYACA:

La empresa se fundó en 1961 con el objetivo de producir perfiles livianos laminados en caliente para la industria de la construcción a partir de palanquilla comprada a Acerías Paz del Río. Basados en contrato de suministro con Paz del Río, la empresa se instaló en Tuta, Boyacá, a 40 Kmts. de la planta de Paz del Río, e inició operaciones en marzo de



1963 con un Tren Laminador de 250 mm. de 15.000 toneladas/año de capacidad. La producción de palanquilla para la venta en Paz del Río evolucionó muy bien para los requerimientos de METALBOYACA en los primeros años de operación, y en 1966, la empresa trabajaba al 92% de su capacidad inicial y abastecía el 50% del mercado nacional de perfiles livianos. En este año se instaló el segundo Tren Laminador, con el cual la capacidad de la empresa se elevó a 30.000 toneladas/año de terminados.

CUADRO 17

METALBOYACA-PRIMER PERIODO

(Cifras en miles de toneladas)

| Año  | PDR-Palanquilla para la venta | ME-Palanquilla Consumida <sup>1/</sup> | Producción de Terminados | Capacidad Instalada |
|------|-------------------------------|--|--------------------------|---------------------|
| 1963 | 10,5                          | 7.8                                    | 7.2                      | 15.0                |
| 1964 | 16.8                          | 11.1                                   | 10.2                     | 15.0                |
| 1965 | 17.3                          | 11.9                                   | 10.9                     | 15.0                |
| 1966 | 16.9                          | 15.0                                   | 13.8                     | 30.0                |
| 1967 | 8.4                           | 10.1                                   | 9.3                      | 30.0                |

<sup>1/</sup> 1.089 toneladas de palanquilla por tonelada de producto terminado.

FUENTE: METALBOYACA.

Por una parte, el desarrollo favorable de la demanda y perspectivas de suministro continuado y en ascenso de palanquilla de Paz del Río, impulsaron a METALBOYACA a la instalación de su segundo Tren. Sin embargo, en 1967 Paz del Río disminuyó a la mitad su producción de palanquilla para la venta respecto al nivel del año anterior, para satisfacer por su propia producción la demanda por productos de acero no plano. <sup>1/</sup>

Bajo estas condiciones, METALBOYACA inició desde 1967 la importación de palanquilla en cantidades cada vez mayores, hasta lograr en 1970 un uso del 94% de su capacidad instalada de laminación. <sup>2/</sup>

---

<sup>1/</sup> En 1966 la producción de Barras, Varillas y Perfiles medianos y livianos en Paz del Río fue de 89.500 toneladas, 92.100 en 1967, 97.300 en 1968, 132.200 en 1969, 121.400 en 1970 y 138.500 en 1971.

<sup>2/</sup> Las compras se realizaron en Venezuela y Europa principalmente.

CUADRO 18

METALBOYACA--SEGUNDO PERIODO

(Cifras en miles de toneladas)

| Año  | Valor de las Importaciones <sup>1/</sup><br>US.\$ | Palanquilla importada <sup>2/</sup> | Palanquilla comprada a PDR <sup>2/</sup> | Palanquilla consumida | Producción Terminados | Capacidad instalada |
|------|---|-------------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 1968 | 610.9   | 10.2                                | 4.8                                      | 15.0                  | 13.8                  | 30.0                |
| 1969 | 1.076.1   | 13.9                                | 9.2                                      | 23.1                  | 21.2                  | 30.0                |
| 1970 | 2.762.6   | 26.9                                | 4.9                                      | 30.8                  | 28.3                  | 30.0                |
| 1971 | 2.285.5   | 30.7                                | 4.0                                      | 34.7                  | 31.9                  | 45.0                |
| 1972 | 808.0   | 13.7                                | 20.7                                     | 34.4                  | 32.4                  | 45.0                |

<sup>1/</sup> Valor cif en puerto colombiano de palanquilla importada

<sup>2/</sup> Cálculos del autor

FUENTE: METALBOYACA

En 1971, con gastos superiores a los US.\$2 millones en importaciones de palanquilla, la empresa decidió transformarse al proceso semintegrado de producción de acero, e inició los estudios de factibilidad para su producción vertical. Por otra parte, en este mismo año, instaló un tercer Tren Laminador 250, con el cual su capacidad instalada se elevó a 45.000 Toneladas/año. En la instalación de este tren influyó el Plan de Desarrollo 1970-1974, que el gobierno impulsó con el fin de activar la industria de la construcción como sector motriz de la economía. Además, aún se tenían perspectivas de un abastecimiento normal de palanquilla comprada en el extranjero.

Sin embargo, el alza mundial de precios de los productos de acero en 1973 y 1974 impidió por completo la importación de la palanquilla necesaria para METALBOYACA y la empresa recurrió de nuevo a la compra de palanquilla de Paz del Río, movimientos que determinaron, a pesar del aumento de capacidad,

una baja del 14% de la producción de 1973 respecto a 1972, aunque la demanda por perfiles reaccionó según lo previsto, por el aumento de la actividad de la construcción. <sup>1/</sup>

CUADRO 19

METALBOYACA - TERCER PERIODO

(Cifras en miles) .

| Año  | Consumo de Palanquilla <sup>1/</sup> | Consumo de Chatarra | Producción de acero crudo | Producción de Terminados |
|------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1973 | 30.9                                 | ---                 | ---                       | 28.4                     |
| 1974 | 9.6                                  | 10.9                | 9.3                       | 16.6                     |
| 1975 | 9.5                                  | 30.0                | 22.4                      | 17.4                     |
| 1976 | 10.3                                 | 28.9                | 21.7                      | 26.7                     |

<sup>1/</sup> cálculos del autor

FUENTE: METALBOYACA

<sup>1/</sup> Además, desde 1969 Paz del Río suspendió su producción de perfiles livianos para destinar esta capacidad a la producción de redondos.

La integración vertical de la producción con la instalación del Borno Eléctrico y un Tren Desbastador 380, se puede considerar como el principal evento tecnológico en la historia de la empresa. El diseño de la planta se realizó entre julio de 1971 y febrero de 1973, por intermedio de la firma de consultores IDOM, Ingeniería de Obras y Montaje, de España. La participación de personal colombiano se limitó principalmente a los cálculos estructurales. El montaje y puesta en marcha tomó un año, entre junio de 1973 y mayo de 1974. METALBOYACA capacitó dos profesionales durante cuatro meses en España para la operación de los nuevos equipos. La tecnología productiva fué obtenida a través del asesoramiento técnico de las firmas productoras de equipos, General Electric Española y Construcciones Vascas de España. <sup>1/</sup> Teniendo en cuenta únicamente el valor total del equipo de capital en la nueva inversión (US\$ dos millones quinientos mil), el origen de los equipos correspondió en un 20% nacional y 80% español así:

---

<sup>1/</sup> Encuesta BID/CEPAL

General Electric (España) : Horno Eléctrico, sub-  
estación

Construcciones Vascas (Esp): Tren Desbastador 380

Guinea Hermanos (España) : Accesorios del Horno  
Eléctrico

Ignacio Gómez (Colombia) : Bombas

H.B. Estructuras metálicas  
(Colombia) : Puentes-gruas

Siemens (Colombia) : Transformadores

Los nuevos equipos iniciaron operaciones el segundo semestre de 1974 bajo condiciones externas muy difíciles: por una parte, las dificultades en obtener chatarra nacional que por esta época había doblado su precio respecto al año anterior; la imposibilidad de comprar chatarra y/o palanquilla en el extranjero por la misma causa; y una nueva reducción de la producción de palanquilla para la venta en Paz del Río. A esto se suma la baja de producción por el ajuste a los nuevos equipos, todo lo cual determinó que en 1974 METALBOYACA produjo únicamente 16.561 toneladas de terminados, 32% menos

que en 1973 y a solo un 36% de su capacidad de laminación.

En 1975 y 1976, los últimos años de éste análisis, la empresa aumentó su nivel de utilización de capacidad, tanto en acería como en laminación. En estos años, genera el 70% de sus necesidades de palanquilla, pero aún realiza compras externas por las dificultades en el suministro local de chatarra. Comienza además la diversificación de su producción entrando al mercado del acero redondo con 4.500 toneladas de barras gruesas laminadas en la empresa. Sin embargo, el nivel de utilización de la capacidad instalada no fué el óptimo por la sensible reducción en la demanda, derivada de la crisis en la industria de la construcción en 1975 y 1976. <sup>1/</sup>

Finalmente, para 1979 METALBOYACA planea iniciar producción de palanquilla con una máquina de colada continua marca MITSUBISHI, para suministro directo y continuo a cada uno de los trenes de laminación.

---

<sup>1/</sup> Encuesta BID/CEPAL



Se observa claramente que las decisiones principales de expansión de capacidad y compra de equipos en la evolución de METALBOYACA, se realizaron en todos los casos bajo la influencia de factores externos del mercado de los productos finales y de las materias primas. Además, no es interesante para este caso la estimación de índices de productividad porque el principal evento, la integración vertical de la producción, sucede muy recientemente y no se cuenta con años suficientes para observar sus efectos sobre la empresa.

d. SIDERURGICA DEL MUÑA.-

Aunque la empresa se fundó en noviembre de 1947, solo inició operaciones de laminación en 1964. Desde un comienzo SIDERURGICA DEL MUÑA realizó únicamente actividades de fundición con un cubilote en el cual producía piezas fundidas, tubería para acueducto y tapas de alcantarilla. En 1953 la empresa fué adquirida por SIMESA. Como filial de ésta en 1954 se instaló un Horno Eléctrico Lectromelt de pequeña ca-

pacidad, dos toneladas, con el cual continuó la actividad de fundición hasta el año de 1964, cuando montó y puso en marcha un Tren Laminador de 260 mm. de 20.000 toneladas/año de capacidad.

El plan inicial era obtener del horno eléctrico, lingote pequeño de 42 Kilos para laminación directa y comprar palanquilla a Paz del Río. Sin embargo, la dificultad de depender de Paz del Río para el abastecimiento de palanquilla (que se hizo patente desde 1967), impulsó a los dueños de la empresa a la compra de un horno eléctrico más grande, Brown Boveri de seis toneladas (10.000 toneladas/año de capacidad) con el cual se suspendieron las compras de palanquilla a pesar del exceso de capacidad en laminación. Por otra parte, después de la producción en mínimas cantidades de perfiles livianos (cuadrados) en 1965 y 1966, SIDEMUÑA se dedicó únicamente a la producción de varilla de refuerzo para la industria de la construcción de Bogotá y la zona central del país. <sup>1/</sup>

---

<sup>1/</sup> Varilla de 1/3", 1/2", 5/8", 3/4" y 7/8" respectivamente.

CUADRO 20

SIDERURGICA DEL MUÑA 1964 - 1970

(Cifras en miles de tonelad)

| Año  | Producción<br>Ac.Lingote | Producción<br>Terminados | Compras de<br>Palanquilla <sup>1/</sup> | Capital Inst.<br>en Lingote | Cap. Inst.<br>Laminación |
|------|--------------------------|--------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|
| 1964 | 4.2                      | 5.6                      | 2.4                                     | 5.0                         | 20.0                     |
| 1965 | 4.5                      | 5.1                      | 1.6                                     | 5.0                         | 20.0                     |
| 1966 | 4.7                      | 3.8                      | 0.2                                     | 5.0                         | 20.0                     |
| 1967 | 4.9                      | 5.8                      | 2.0                                     | 5.0                         | 20.0                     |
| 1968 | 12.4                     | 8.2                      | ---                                     | 15.0                        | 20.0                     |
| 1969 | 15.6                     | 8.0                      | ---                                     | 15.0                        | 20.0                     |
| 1970 | 9.4                      | 7.7                      | ---                                     | 15.0                        | 20.0                     |

<sup>1/</sup>:Cálculos del Autor

FUENTE: SIDEMUÑA, DASTUR

Las principales decisiones de este período fueron tomadas por los Ingenieros de SIMESA, y a juicio de la empresa actual, las mayores dificultades de SIDEMUÑA provenían del hecho de que la administración (en Medellín), no estaba vinculada a la producción, por lo cual la dirección de planta en Bogotá no tenía facultades decisorias,

encontrándose con problemas de retardo en la orden para reparación de equipos, para compra de materias primas y particularmente, problemas de tipo laboral. En este sentido no existía una planeación de la producción propiamente dicha y SIDEMUÑA se vió afectada fuertemente por la crisis financiera que se gestaba en SIMESA y que afloró en 1970.

Con la decisión de SIMESA de vender sus filiales, se compraron la totalidad de sus acciones en SIDEMUÑA (Noviembre de 1971) por un grupo de inversionistas y empresarios del acero en Colombia y Ecuador:

Siderúrgica Colombo-Ecuatoriana, SIDECO; Armaduras Heliacero y Acerías del Ecuador. El propósito inicial de los nuevos dueños de la empresa se centró en asegurar el suministro de varilla y/o palanquilla a las compañías asociadas mediante el incremento en el nivel de eficiencia de la planta y el saneamiento de la estructura financiera. <sup>1/</sup>

En primer término, para disminuir el exceso de capacidad en laminación en relación a la capacidad

---

<sup>1/</sup> La exportación de palanquilla a Ecuador no se pudo realizar por la necesidad de satisfacer los requerimientos internos de la planta.

de producción de lingote, se instaló en 1971 un horno Lectromelt de diez toneladas. El antiguo horno de dos toneladas se retiró de la actividad de Acería para pasar a fundición junto con el cubilote. En esta decisión de ensanche también influyó la expectativa del aumento del consumo de acero para construcción derivada de la implementación del Plan de Desarrollo Nacional 1970 - 1974.

Así, en 1972, SIDEMUSA produjo 11.100 toneladas de varilla, 44% más que en 1970 y había incorporado en dos años 112 nuevos trabajadores, con lo cual el total de empleo de la planta se elevó a 362.

Por otra parte, si bien desde 1971 con el cambio de propietarios, la nueva dirección y los ingenieros de planta acometieron directamente todos los aspectos de producción y mercadeo, con actitud claramente empresarial; se contrataron además en varias oportunidades asistencia técnica con

diversos consultores. Hay por ejemplo un acuerdo permanente con la compañía consultora Técnicos Siderúrgicos de España, para la asesoría en el planeamiento general de la producción y el desarrollo de la empresa. En 1972 y 1973 también se contrataron estudios con expertos extranjeros que se encontraban de paso en Bogotá con otros fines. Tales estudios se centraron en aspectos de acería, laminación y fundición. En 1973 se contrató con la firma TIJI S.A. de Barcelona, el layout de la sección de laminación.

Basados en estas asesorías, la empresa instaló en 1973 un tren desbastador duo de 450 mm. con mesa basculante y camino de rodillos, comprado en enero de ese año a SIDELPA, de segunda mano.

El objetivo principal consistió en aumentar la eficiencia de producción de los hornos eléctricos y el laminador al reemplazar la producción de los primeros de lingote de 42 Kilos por lingote de 160 Kilos el cual, desbastado en el 450, permitiría disponer

de toda la palanquilla necesaria. Así, en 1974 el laminador operó a un 75% de su capacidad efectiva y la producción de varilla fué 33% más que en 1972.

Ya en 1974 la actividad de fundición de piezas para la venta se había limitado por considerarse poco rentable en pequeñas series y en 1975 se retiró de producción el viejo cubilote, en funcionamiento por más de 25 años. El horno de dos toneladas se destinó principalmente para suministrar piezas fundidas a la empresa. En este año se instaló un segundo Tren Laminador 260 con el cual la capacidad final en terminados se elevó a 35.000 toneladas/año. Esta instalación se realizó en previsión de futuros ensanches en acería y de cambios en la composición de la producción. 1/

---

1/ Efectivamente, a fines de 1977 SIDEMUNA entró a operar la primera máquina de colada continua de palanquilla en el país y la producción de varilla paulatinamente se empezó a reemplazar por la de alambrón, considerada más rentable, utilizando en continuo los dos Trenes Laminadores.

CUADRO 21

SIDERURGICA DEL MUÑA 1971 - 1976

(Cifras en miles de toneladas)

| Año  | Producción de<br>acero en ling. | Producción<br>Terminados | Consumo de<br>Chatarra | Capac.Inst.<br>en lingote | Capac.Inst.<br>laminación |
|------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1971 | 10.4                            | 8.6                      | 15.9                   | 25.0                      | 20.0                      |
| 1972 | 13.4                            | 11.1                     | 17.4                   | 25.0                      | 20.0                      |
| 1973 | 15.9                            | 14.5                     | 19.1                   | 25.0                      | 20.0                      |
| 1974 | 17.3                            | 15.0                     | 18.6                   | 25.0                      | 20.0                      |
| 1975 | 18.0                            | 15.9                     | 25.3                   | 25.0                      | 35.0                      |
| 1976 | 24.1                            | 22.7                     | 21.7                   | 25.0                      | 35.0                      |

FUENTE: SIDEMUÑA

De esta forma, en 1976, SIDEMUÑA operó casi la totalidad de su capacidad de producción de lingote y un 64% de su capacidad de laminación, con un empleo total de 484 trabajadores, siendo en el país la empresa semintegrada que menos se vió afectada por la crisis de 1973-1974 del mercado de chatarra y por la recesión de 1975-1976 de la industria de



la construcción. Lo anterior se obtiene en base a la correcta dirección y planeamiento puesta en marcha desde 1971 y además por la cercanía a Bogotá, el principal centro consumidor de acero de construcción y generador de chatarra en Colombia.

4. Repercusiones del cambio tecnológico en las Acerías

Semintegradas:

La tecnología de la fabricación de acero en horno eléctrico ha evolucionado rápidamente en Colombia, en especial entre 1960 y 1971, período en el cual se instalaron siete de los nueve hornos eléctricos de las cuatro acerías que se estudiaron en la sección anterior. Estos desarrollos junto con las correspondientes ampliaciones en laminación, determinaron que la capacidad de fabricación de acero en lingote vía proceso semintegrado, pasara de 25.000 toneladas en 1960 a 140.000 toneladas en 1971, y luego a 200.000 toneladas en 1976, básicamente por la operación desde 1974 del horno eléctrico de METALBOYACA.

Los aumentos en capacidades descritos se asociaron generalmente con objetivos tales como la diversificación de la producción (SIDELPA 1965; SIMESA 1971, 1975; METALBOYACA, 1975), cambio en la composición de los insumos (SIDEMUÑA 1966; SIDELPA 1970), control y mejora de calidad (SIMESA 1974, 1976; SIDELPA 1974), reemplazo de tecnología obsoleta (SIMESA 1971), ahorro de energéticos y reducción de costos. La introducción de nuevos productos y procesos como en el caso de la tecnología de los aceros especiales en SIDELPA, se dirige a la sustitución de productos importados con producción local de mayor valor agregado, etc.

La instalación de nuevas capacidades se ha visto motivada por diversas causas de origen interno y externo a las plantas, o ambos. En el primer caso, la necesidad de resolver cuellos de botella a lo largo del proceso semintegrado de producción es claramente la razón que impulsó la instalación de nuevos trenes desbastadores en SIMESA, SIDEMUÑA y SIDELPA en 1971, 1973 y 1974 respectivamente. Las dificultades de depender de terceros para el suministro de palanquilla originó los desarrollos semintegrados de SIDEMUÑA y METALBOYACA en 1976 y 1974. la escasez de

chatarra obliga a la adopción de técnicas de producción que minimicen las pérdidas metálicas no recuperables, como es el caso del proceso de Colada Continua. Las expectativas sobre reacciones favorables de la demanda impulsaron las ampliaciones de capacidad en todas las acerías en 1970 y 1971.

Como se observa, tanto las causas como los efectos de las principales decisiones tecnológicas pueden tener carácter múltiple, particularmente a la escala de producción en la cual operan las semintegradas en Colombia. En la implementación se tiene por lo general participación extranjera, bien por contratos de asociación a mediano plazo, asesoría de expertos y firmas consultoras para problemas específicos, o asistencia de los proveedores de equipos. Sin embargo, la participación de los técnicos nacionales es bastante alta en todas las etapas del cambio tecnológico y en especial, junto con la dirección de la empresa, en el origen de las ideas. Esto denota un alto grado de conocimiento del sector siderúrgico y sus posibilidades, representado en Departamentos

de Producción, Ingeniería y Control de Calidad de las empresas, en los cuales se localiza la parte sustancial de la investigación y el aprendizaje interno.

De esta forma, las repercusiones del cambio tecnológico sobre la productividad de las empresas (Anexo 5) señala que ésta ha crecido continuamente hasta 1976, con la sola excepción de la baja de productividad en 1974, año de reducción de producción por falta de chatarra. Sin embargo, la tasa de crecimiento del índice de productividad, producto por obrero, ha disminuído desde 1973, afectada por los problemas de materias primas y de mercado en el período. Actualmente, la introducción en todas las acerías del proceso de Colada Continua y en tiempo cercano, el uso del hierro esponja como sustituto parcial de la chatarra, los más importantes avances tecnológicos en el proceso semintegrado de producción de acero no adoptados aún en Colombia, colocaron a las empresas en posición de realizar nuevos ensanches de capa cidades, diversificación de la producción y mejora de calidad en los futuros programas de fabricación.

### III

#### EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ACERIAS PAZ DEL RIO

Acerías Paz del Río, la más importante empresa siderúrgica de Colombia, es la única que posee el proceso integrado de producción de acero. Localizada en Belencito, Boyacá, a 210 Kms. al norte de Bogotá y a 2.570 Mts. s.n.m., la planta entró en operación el 13 de Octubre de 1954. En un radio de 50 Kms. de sus instalaciones, la empresa dispone de todas sus materias primas fundamentales, mineral de hierro, carbón y caliza; el agua se obtiene del vecino lago de Total y la mano de obra de los municipios boyacences de Sogamoso, Nobsa, Paz del Río, Duitama y Tunja entre los más cercanos.

1. El proceso integrado de producción de acero en Paz del Río:

En el proceso integrado de producción de acero, el mineral de hierro en contacto con caliza y carbón de coque se funde en alto horno para obtener el arrabio (hierro de primera fusión); éste se refina en acería en un horno convertidor para producir acero en lingote. Enseguida presentaremos una detallada descripción del estado en 1976 del proceso integrado de Paz del Río en sus diversas etapas.

a. Minería.-

Las principales reservas mineras de la empresa están en el municipio de Paz de Río (Mineral de hierro y carbón), Belencito (calizas), y Samacá (carbón bajo en volátiles).

El mineral de hierro extraído se caracteriza por su alto contenido de Fe (42% - 45%) y alto contenido de sílice, fósforo (1.0% - 1.5%) y azufre

(0.15%). PDR ha estimado sus reservas totales de mineral de hierro en 226 millones de toneladas de las cuales 124 millones se consideran reservas probadas; las reservas aptas para minería se estiman en 78 millones de toneladas distribuidas en ocho depósitos. La explotación se hace actualmente bajo tierra por el sistema de galerías, cámaras y pilares, con taladros manuales, bandas transportadoras y trituradoras subterráneas. El mineral de hierro se transporta por cable aéreo a la planta de trituración y lavado localizada en el municipio de Paz de Río. La producción total de mineral de hierro en 1976 fué de 497.767 toneladas.

Respecto al carbón, Paz del Río utiliza una mezcla de carbones provenientes de dos zonas: Mina La Chapa en Paz de Río y Minas de Samacá. Los carbones de La Chapa, altos en material volátil, y de Samacá, bajo volátil, son complementarios en la coquización para obtener un reductor de mayor poder calorífico. La calidad de la mezcla es la siguiente :

|                       |               |   |               |
|-----------------------|---------------|---|---------------|
| Cenizas               | 6.02 %        | - | 10.74%        |
| Material volátil      | 35.65 %       | - | 49.97%        |
| Carbono fijo          | 43.96 %       | - | 57.16%        |
| Azufre                | 0.79%         | - | 1.32%         |
| Calorías              | 7.400 cal/gr. | - | 7.950 cal/gr. |
| Indice de hichamiento | 3             | a | 8             |

Las reservas de carbón estimadas por Paz del Río en sus concesiones son de 198 millones de toneladas, de las cuales 44 millones se consideran reservas probadas. De estos, 38 millones se han clasificado como coquizables y la mayor parte, 22 millones, aptos para minería. Los yacimientos más importantes, La Chapa y Samacá, se explotan bajo tierra por el sistema de galerías, cámaras y pilares. El carbón de Samacá se transporta en camiones a la planta siderúrgica (100 Kms.) y el extraído en La Chapa, por cable aéreo a la planta lavadora del municipio de Paz de Río. La producción total de carbón en las concesiones de la empresa fué en 1976 de 594.500 toneladas.



El mineral de hierro y el carbón, triturados y lavados en la zona minera de Paz de Río se transportan a la planta, 36 Kms., por un tren eléctrico, propiedad de la empresa.

En Belencito, adyacente a la planta, se encuentran los depósitos de caliza, los cuales se explotan a cielo abierto. Las reservas probadas de caliza en las concesiones de Paz del Río se calculan en 12 millones de toneladas. La caliza tiene un alto porcentaje de sílice, 2% a 8% y entre 48% y 52% de CaO. La producción de caliza en 1976 fué de 313.000 toneladas.

b. Preparación de materias primas.-

El bajo nivel de contenido de Fe del mineral de hierro y el alto contenido de sílice de la caliza, ha llevado a la empresa a tener especial cuidado en la preparación de la carga que alimenta el alto horno.

Paz del Río escogió el sistema de sinterización que probó ser el más adecuado para la calidad del mineral

y con el cual se reduce el volumen de escoria y el consumo de coque. Con este sistema se aprovechan por aglomeración, los finos de mineral de hierro, carbón y calizas resultantes de la operación de las minas y los finos de coque en la coquería; la planta de sinterización tiene una capacidad de 1.200 toneladas/día de sinter, con una cadena de aglomeración y dos cadenas de sinterización, sistema Dwait Lloyd, superficie de parrilla de 68 M<sup>2</sup>. La producción de Sinter en 1976 fue de 297.929 toneladas.

La nueva planta de coquización consta de una batería de 57 hornos para producir 1.415 toneladas/día de coque o 355 mil toneladas/año.<sup>1/</sup>

El carbón mezclado y triturado se destila en seco a una temperatura de 1.250°C. De la destilación queda como residuo una masa porosa conocida como coque.

Adyacente a la coquería se encuentra la Planta de Subproductos, derivados del gas de coque, y produce

---

<sup>1/</sup> Reemplazó en 1975 a la batería de 48 hornos Koopers-Becker de 15 toneladas cada uno en operación desde 1955.

alquitrán puro, brea, sulfato de amonio, ácido sulfúrico, naftalina, abono fosfórico, benzol para motor y benzol pesado. El gas remanente o libre de subproductos se utiliza como combustible en el calentamiento de la batería de coque y en los hornos de precalentamiento en la sección de laminación. La producción de coque en 1976 fué de 235.721 toneladas.

c. Alto Horno.-

Para la obtención del arrabio, Paz del Río posee un alto horno de 5.94 Mts. de diámetro de crisol, 689 Mts.<sup>3</sup> de volumen, con sistema de inyección de fuel-oil para tres quemadores y sistema de limpieza de gas. El revestimiento del horno es básico, dolomita y magnesita, materiales importados por la empresa.

La carga de Sinter y el carbón coque se conducen por vagoneta hasta el tragante del horno en la parte superior y descienden lentamente a través de una corriente ascendente de gas. Las reacciones químicas producidas por el coque que actúa como elemento

reductor y combustible, reducen el oxígeno y las impurezas de la carga. La fundición se efectúa a temperaturas superiores a 1.300°C. La inyección de Fuel-oil tiene por objeto obtener economías de coque, incremento y control de temperatura y reducción de volumen de escoria; la calidad del mineral de hierro produce altos volúmenes de escoria y de consumo de coque.

Aproximadamente cada cuatro horas, se efectúa una colada de arrabio; cada colada produce 135 a 150 toneladas. La capacidad del horno es de 850 toneladas/día o 300.000 toneladas/año. La producción de arrabio en 1976 fué de 268.540 toneladas.

d. Acería.-

El arrabio líquido se transporta a la acería en cucharas de 40 toneladas de capacidad movidas por carros de transferencia. Allí se deposita en una mezcladora con capacidad para 800 toneladas. Luego se vierte en tres hornos convertidores Thomas, para el afinado de arrabio sulfuroso, con sistema de

soplado de aire enriquecido con oxígeno. Cada convertidor tiene una capacidad de 20 toneladas.

En el proceso de aceración en las convertidoras, el arrabio se somete a una corriente de aire enriquecido con oxígeno, que, junto con la cal que se adiciona, se eliminan los elementos que se encuentran en exceso, como carbono, silicio y fósforo principalmente. Además, se adicionan las ferroleaciones necesarias según el acero final requerido.

El proceso de aceración dura aproximadamente 15 minutos. El acero en estado líquido se vierte luego en cucharas revestidas con material refractario y transportadas por puente-gruas se vacían en lingoteras para obtener por moldeo el lingote de acero. Los lingotes obtenidos de sección rectangular son de 7.5 y 6.5 toneladas para la producción de planos y de sección cuadrada de 5.0 y 3.5 toneladas para la fabricación de no

planos. Paz del Río cuenta también en la acería con un horno eléctrico marca Ubalx, de 20 toneladas de capacidad, transformador de 7.500 KVA y 40.000 toneladas/año de capacidad efectiva de producción. La chatarra empleada se genera en su totalidad por la empresa. La producción total de acero en lingote en 1976 fué de 252.253 toneladas. La capacidad total de la acería se estima en 300 mil toneladas/año.

Actualmente Paz del Río avanza el proyecto de modificación de la acería al proceso LWS con inyección oxígeno por el fondo, lo cual permitiría el incremento de la producción a partir de los convertidores existentes. La empresa adelanta también el proyecto de enriquecimiento de oxígeno al alto horno, para lo cual se construye una planta de oxígeno de 250 toneladas/día de capacidad al 99.5 de pureza.

e. Laminación.-

Para la etapa de laminación los lingotes se recalentan en hornos de foso provistos de quemadores para el gas remanente de la planta, de coquización. Una vez calentados, los lingotes se desbastan en el tren 1.100 de la empresa:

- Tren desbastador duo (blooming-slaving), cilindros de 1.100 mm., motor eléctrico de 3.000 H.P. con una capacidad efectiva de desbaste de un millón de toneladas/año. Producción efectiva en 1976 de 204.564 toneladas.

Este tren desbastador recibe los lingotes de sección cuadrada o rectangular para producir los tochos destinados a la fabricación del acero no plano y los planchones para la producción de acero plano. Los tochos van al laminador 710 de la empresa:

- Tren laminador desbastador trio con cilindros de 710 mm. en línea con dos tríos de 660 mm. con capacidad de producción de 280.000 toneladas/año. Producción en 1976 de 157.862 toneladas.

En este tren los tochos se transforman en perfiles estructurales medianos para la venta, o en palanquilla de 8" x 8". La palanquilla alimenta el tren 450 de la empresa:

- Tren laminador compuesto de 10 bastidores con cilindros de 450 a 280 mm., discriminados así:
  - 3 bastidores tríos de 450 mm.
  - 5 bastidores duos de 300 mm.
  - 2 bastidores duos de 280 mm.

Aquí la palanquilla se lamina para obtener redondos estructurales, barras lisas y varilla corrugada. Además se produce el redondo para alimentar el tren de alambón 250 de la empresa:

- Tren Continuo de 6 bastidores, cilindros de 250 mm.

Para el alambón producido, la empresa cuenta también con una planta de trefilería con equipo para decapado, estirado, galvanizado y recocido de alambres lisos y para fabricación de alambre de puas.



El tren desbastador 1.100 desbasta los lingotes de sección rectangular a planchones o desbastes planos de 50" x 4" para la producción de planos en caliente, para lo cual dispone de los siguientes equipos:

- Tren Steckel reversible de 1.425 mm., motor eléctrico de 5.150 H.P., con una capacidad nominal de producción de 400.000 toneladas/año. Producción en 1976 de 26.734 toneladas.
- Tren desbastador trio de lámina en caliente con cilindros superior e inferiores de 810 mm. y central de 500 mm.
- Dos trenes duos terminadores de lámina en caliente de 762 mm. de diámetro de cilindros.

El tren Steckel transforma los planchones en lámina de 1.220 mm. de ancho y 3 mm. de espesor.

El desbastador de 810 y el terminador de 762 la reducen a espesores de 2.5 mm. La empresa posee un equipo para el recorrido, decapado, galvanizado,

escobillado y corrugado de lámina.

- f. Energía eléctrica, mantenimiento y servicios.-  
Los requerimientos de energía eléctrica de Paz del Río se calculan a plena capacidad de producción en 35 a 40.000 KW. La empresa dispone de una central termoeléctrica de 25.000 KW. con dos turbogeneradores de 12.500 KW. cada uno con cuatro calderas de vapor. Además la empresa compra energía a la Planta Termoeléctrica de Paipa, TERMOPAIPA, que tiene una capacidad de 99.000 KW. Sin embargo, en 1976 un factor negativo en la operación normal de Paz del Río fué el deficiente suministro de energía de TERMOPAIPA por racionamiento producido por acentuada escases nacional de energía en 1975 y 1976. Además, existen dificultades para la transformación a 66 KW que necesita Paz del Río por incapacidad de la línea que conduce la energía a Belencito.. Por ello se ha adelantado un convenio con la Electricificadora de Boyacá, la empresa vendedora de

energía de Termopaipa para que, con financiamiento de Paz del Río, se instale una línea de 115 KW Paipa-Belencito. 1/

Paz del Río dispone también de taller de fundición para la fabricación de lingoteras y repuestos para consumo propio; talleres para reparación de equipos, fabricación de repuestos, y mantenimiento de vehículos automotores, y una planta para tratamiento de aguas.

g. Composición de la producción y mercadeo.-

En 1976 el programa de producción en Acerías Paz del Río se estableció así:

1. Barras lisas y corrugadas de 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 1 1/8" y 1 1/4".
2. Perfiles estructurales
  - Angulos de alas iguales de 4" x 4 x 1/4" hasta 6" x 6" x 1/2".
  - Canales doble T de 4" x 2,66" x 0,19 y de 6" x 3,33" x 0,23".

---

1/ Esta línea terminó de instalarse a fines de 1977.

### 3. Lámina en caliente

- Delgada sin recocer o recocida, calibres M.S.G. 14, 16, 18, 20 y 22.
- Gruesa de espesor nominal entre 2.51 y 8.00 mm.
- Chapas de espesor nominal entre 8.01 y 25.4 mm.
- Planchas de espesor nominal entre 25.41 y 80.00 mm.

### 4. Alambrón y Alambre

- Alambrón de 1/4" y 3/8" en rollos
- Alambre galvanizado de 2.50 mm. de diámetro
- Alambre de puas calibre 12 - 1/2.

La producción en 1976 se discriminó (en miles de toneladas):

|                        |       |       |
|------------------------|-------|-------|
| Barras redondas        | 89.7  | 55.3% |
| Perfiles estructurales | 3.0   | 1.8%  |
| Lámina en caliente     | 19.6  | 12.0% |
| Alambre y alambrón     | 50.3  | 30.9% |
|                        | <hr/> |       |
| TOTAL                  | 162.6 |       |

La empresa produjo además 9.400 toneladas de pa-  
lanquilla para la venta. En cuanto al mercadeo de  
los aceros terminados, el 90% de las ventas se rea-  
lizaron en la zona central andina, 47% en Bogotá  
únicamente.

CUADRO 22

MAQUINARIA Y EQUIPO EN ACERIAS PAZ DEL RIO-1976

- 1 Central Termoeléctrica de 25.000 KW de capacidad
- 1 Batería de 57 hornos de coque
- 1 Planta de Sinter
- 1 Planta de Desiliciado
- 1 Alto Horno de 5.94 mts. de diámetro de crisol
- 3 Convertidores Thomas de 20 toneladas cada uno
- 1 Horno Eléctrico de 20 toneladas por colada
- 1 Planta de oxígeno de 25 toneladas/día
- 1 Desbastador Duo de 1.100 mm.
- 1 Tren Reversible para planos en caliente tipo Steckel
- 1 Tren Trio Desbastador de lámina en caliente
- 2 Trenes Duos Terminadores de lámina en caliente de 762 mm.
- 1 Equipo para recocido, decapado, escobillado, galvanizado y corrugado de láminas.
- 1 Tren desbastador de 710 mm.
- 1 Tren Laminador de diez bastidores discriminados así:
  - 3 laminadores tríos de 450 mm.
  - 5 laminadores duos de 300 mm.
  - 2 laminadores duos de 280 mm.
- 1 Tren Continuo para alambrón de 250 mm.
- 1 Planta de Trefilería con equipo para decapado, estirado, galvanizado, y recocido de alambre y alambre de puas.

2. Origen de la empresa y selección inicial de tecnología:

Mencionamos en el primer capítulo el papel decisivo que asumió el Estado en la protección y estímulo a la industria nacional a fines de los años 30 y comienzos de los 40, como consecuencia directa de la falta de abastecimiento de materias primas y manufacturas extranjeras que afrontó el país por la Gran Depresión y La Segunda Guerra Mundial. En este sentido, el Instituto de Fomento Industrial creado por el Decreto Ley 1157 de 1940 se convierte en el principal instrumento del Gobierno para la aplicación del Plan de Fomento Manufacturero; bajo este plan, el IFI inició los estudios para la introducción al país de nuevos renglones industriales, incluido el proceso integrado de producción de acero. <sup>1/</sup>

Entre 1942 y 1946 el IFI avanzó los estudios geológicos que determinaron el potencial de reservas de mineral de hierro, carbón y caliza en los departamentos de Cundina-

---

<sup>1/</sup> Entre las principales tecnologías introducidas al país por el IFI en este período se tienen el moldeo y vulcanización de llantas, el proceso de fabricación de ácido sulfúrico, la electrólisis de la sal para la producción de cloro y la fabricación de soda caústica y carbonato de sodio.

marca y Boyacá. Durante los años de 1946 y 1947 se intensificaron los estudios de los carbones de la región de Paz de Río encontrándose reservas suficientes y además, comprobándose la existencia de carbones coquizables.

Sobre estos resultados exploratorios, el Gobierno expidió la Ley 45 de 1947, por lo cual se constituyó la "Empresa Siderúrgica Nacional de Paz de Río", de carácter mixto, con un capital inicial de 100 millones de pesos colombianos, de los cuales la nación debería suscribir el 51% o su totalidad si el sector privado no asumía al menos el 20%. Se observa en este momento la clara determinación del Estado para crear una siderúrgica integrada en el país. A este respecto, investigaciones posteriores sobre el origen de la empresa y el papel del Estado en su promoción señalaron que "el criterio de inversión ( del gobierno) fué el que la producción doméstica de acero constituía un paso decisivo y casi inevitable, del proceso de industrialización, y por lo tanto, este tipo de inversión tenía prioridad



sobre inversiones que, aunque también podrían estimular el desarrollo económico del país, no lo harían con la misma efectividad. Se lograba además ahorrar divisas y reducir la dependencia del mercado externo".<sup>1/</sup>

En la agudización posterior de la polémica suscitada desde 1940 sobre la conveniencia o no de la creación de Paz del Río, este criterio del gobierno se mantuvo, a pesar de la actitud "neutral" que pareció tomar en la disputa.

Sobre la financiación se tiene que hasta 1945, los gastos iniciales de investigación y exploración fueron asumidos por el IFI, cuando se hizo necesaria la emisión de Bonos de Fomento Industrial para acelerar las investigaciones, adquisición de terrenos, financiación parcial del ferrocarril Sogamoso-Belencito y adelanto de algunas construcciones. En 1948 el gobierno se

---

<sup>1/</sup> Eduardo Wiesner, Paz del Río, Un estudio sobre sus orígenes, su financiación, su experiencia y sus relaciones con el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Fomento, CEDE, Universidad de los Andes, Bogotá, Octubre 1963.

comprometió a incluir en el Presupuesto Nacional partidas anuales de 10 millones de pesos hasta completar su aporte a la nueva empresa. El IFI suscribió acciones por 20 millones de pesos y algunos particulares por \$1.231.250. Ya para este momento se tenía definida, entre las alternativas de localización planteadas por numerosos estudios, la de los terrenos de la "Hacienda Belencito" por su posición favorable respecto a las materias primas, servicios y mano de obra.

En 1948 el IFI decidió abrir una licitación internacional para contratar la elaboración de un anteproyecto general de la planta que sirviera de base para determinar las especificaciones, características de los equipos y facilidades necesarias. La licitación fué ganada por la firma Koopers Company Inc. de Pittsburg. En enero de 1949 la Koopers presentó su informe en el cual se recomendaba solicitar al BIRF y al Export-Import Bank, un préstamo por US\$ 50 millones para la construcción de una planta integrada de 193.000 toneladas/año de capacidad de producción de acero en lingote. Los estudios de

demanda fueron muy difíciles de realizar por la Koppers, principalmente porque los datos históricos disponibles 1938-1948 se habían visto afectados por las restricciones impuestas por la Segunda Guerra. Se estimó finalmente que la demanda en 1955 sería aproximadamente entre 153.000 y 216.000 toneladas de aceros terminados.

En enero de 1948, el gerente del IFI y el jefe del Departamento Geológico de Paz de Río fueron comisionados por la Junta Directiva de la empresa para visitar y estudiar el desarrollo de la industria siderúrgica en México, Estados Unidos y Europa, y discutir los aspectos técnicos y financieros del proyecto. Algunas de las principales conclusiones a que llegó esta comisión fueron: a) utilizar personal estadounidense para el diseño general de la planta, del alto horno y de los laminadores; b) construcción de un alto horno de 500 toneladas/día de capacidad; c) utilizar el sistema de convertidor Thomas, definida como la más adecuada para la clase de acero a fabricar por Paz del Río. Luego la comisión viajó a Francia en donde les fueron hechas sugerencias

de que el proyecto podría ser financiado por bancos franceses privados. En ese momento la comisión no prestó especial atención a esta antepropuesta, pues se tenía mucha confianza en que basados en el informe favorable de la Koppers, los empréstitos serían acogidos por el BIRF y otro organismo de crédito estaudinense.

Sin embargo, el gobierno continuó sus esfuerzos para obtener un máximo de financiación interna para la empresa. En 1949 adoptó un sistema especial de financiamiento: colocó un Impuesto de Fomento Siderúrgico del 4% de las rentas gravables superiores a determinado monto, pero del cual estarían exentos los contri-buyentes que suscribieran su equivalente en acciones de la empresa por su valor nominal. La captación de recursos por este sistema fué muy importante y se prolongó hasta 1969, año en el cual se eliminó el referido impuesto.

En julio de 1949 llegó al país la Misión Económica organizada por el BIRF para la asesoría en la formulación de un Plan de Desarrollo Económico y Social, encabezado por Lauchlin Currie. Aunque la misión no vino a estudiar específicamente el proyecto de Paz del Río, por la magnitud y naturaleza de la inversión, el interés del gobierno colombiano y la polémica nacional suscitada, se le dió la máxima prioridad en los estudios.

El grupo encargado de estudiar el caso de Paz del Río acometió en primer lugar la investigación sobre la demanda interna de aceros terminados, encontrándose con las mismas dificultades que tuvo la casa Koppers. La misión estudió el crecimiento de las importaciones de acero en los años de pre y post guerra en un intento de delinear la tendencia del consumo interno. Y eliminando ciertas importaciones consideradas como anormales, estimó finalmente que la demanda total por productos de acero en Colombia solo llegaría a 150.000 toneladas en 1955, de las cuales aproximadamente 44.000 toneladas serían productos de acero no fabricables en

el país (tubería, estructuras pesadas y otros).

Luego la misión estudió el informe presentado por la Koppers y conceptuó que adolecía de serios errores: subestimación de los costos de construcción, exagerados cálculos de productividad de la planta, sobreestimación de los precios de venta, y crítica especial a la forma de financiación interna que, según la misión, no permitía al contribuyente decidir libremente sobre su participación en el proyecto.

Bajo estas consideraciones, la Misión Currie no recomendó la ejecución de Paz del Río y propuso como alternativa la creación de una siderúrgica semintegrada en Barranquilla, a base de hornos Siemens-Martin para fundir chatarra importada, (capacidad 50.000 toneladas de productos finales) y como complemento, la duplicación de la capacidad de SIMESA en Medellín.

El IFI, la empresa y la Koppers contraargumentaron inmediatamente, afirmando particularmente que los cálculos de la misión subestimaban la verdadera magnitud del mercado.

De esta forma, cuando la misión presentó oficialmente su informe al gobierno, la adversa conclusión sobre Paz del Río generó la controversia más aguda e intensa de que se tenga historia, en el desarrollo de un proyecto industrial. Estimulada por un gran despliegue publicitario, por la inclusión de consideraciones políticas, nacionalistas y regionalistas, la controversia sobre Paz del Río se convirtió en un problema nacional.

La empresa mientras tanto, recordando el ofrecimiento hecho a la comisión de estudio de 1948, por parte de un grupo de bancos privados franceses, inició conversaciones con ellos, y en septiembre de 1950, se firmó un protocolo con el Banco de París y de los Países Bajos. Puesto que la Misión Currie no recomendó el proyecto, era de esperar que el BIRF no lo financiaría. Bajo este raciocinio, la empresa se apresuró a la firma del protocolo con los franceses y continuó el proyecto original sugerido por la Koppers. Así, bajo la actitud neutral del gobierno nacional en la controversia, posición que evidentemente favoreció el desarrollo del

proyecto, la polémica llegó a su fin en 1951. El empréstito con el Banco de París y de los Países Bajos y un grupo de industriales franceses encabezados por la empresa Etablissements Delattre et Frouard Reunis de París, se firmó por US \$21.267.915 al 5% de interés anual con 8 años de plazo. Posteriormente se obtuvo un crédito adicional con el cual el monto total del préstamo se elevó a US \$ 26.6 millones para la adquisición de equipos e instalación de la planta. El estudio de factibilidad se le encomendó a la firma Arthur G. McKee de los Estados Unidos, consultores de la empresa. Se realizó en 1951 a un costo de US \$ un millón, asesorados por las firmas francesas proveedoras de equipos. Las funciones principales del personal colombiano en estos estudios se obtuvieron en el desarrollo de la ingeniería conceptual, de detalle y de transporte. <sup>1/</sup>

En el estudio de factibilidad se determinó reducir la capacidad instalada inicial a 120.000 toneladas/año de productos terminados, básicamente tratando de reducir

---

<sup>1/</sup> Encuesta BID-CEPAL.



la carga financiera, ya que la financiación obtenida del Banco de París era más costosa que la que se hubiera obtenido del BIRF, y los términos acordados se asemejaban más a los de un préstamo comercial que a los de un préstamo para desarrollo. Además, el crédito francés estaba representado casi en su totalidad por equipo y maquinaria producidos en Francia, mientras que el préstamo del BIRF no había estado condicionado a la compra de equipo en ningún país en particular.

El montaje de la planta tomó 22 meses, entre enero de 1953 y octubre de 1974, fecha de iniciación de la producción. Teniendo en cuenta el valor total del equipo de capital, excluyendo obras de infraestructura, el origen de los equipos se discriminó así:

|          |     |
|----------|-----|
| Colombia | 6%  |
| Francia  | 92% |
| EE.UU.   | 2%  |

En el montaje y puesta en marcha de la planta participó un gran número de profesionales y técnicos extranjeros, aproximadamente 750 personas; la participación colombiana se limitó al aprendizaje de operación.

3. Desarrollo de la producción y el cambio tecnológico.-

En Octubre de 1954 cuando se inician operaciones, la empresa cambió su razón social por la de Acerías Paz del Río, S.A., y aumentó su capital autorizado a 250 millones de pesos, divididos en 25 millones de acciones de 10 pesos cada una. Las capacidades iniciales nominales de los principales equipos y facilidades en minería y planta fueron :

|                      |         |                  |
|----------------------|---------|------------------|
| Mineral de hierro    | 475.200 | toneladas/año    |
| Caliza               | 300.000 | "                |
| Lavado de carbón     | 328.500 | "                |
| Coquería             | 200.750 | "                |
| Alto horno           | 177.500 | " de arrabio     |
| Convertidores Thomas | 162.500 | " de lingotes    |
| Horno eléctrico      | 30.000  | " de lingotes    |
| Tren 710             | 132.500 | " de palanquilla |
| Laminador 450        | 98.000  | " de terminados  |
| Laminador 250        | 26.000  | " de terminados  |

La experiencia en los primeros años de operación de la

empresa, señala claramente la ausencia de equipos importantes que debieron pedirse como equipo original. Tal es el caso de la Planta de Sinterización; el Alto Horno exige gruesos y medianos de mineral y en 1955 el 50% del volúmen extraído de las minas de hierro correspondían a finos de mineral; este problema obligó a aumentar considerablemente la producción de mineral de hierro, lo cual se convirtió en el factor principal de encarecimiento de costos.

Las dificultades en el suministro de energía eléctrica aparecen como el segundo obstáculo en el normal desarrollo de la empresa en sus primeros años de operación. En 1954, Paz del Río firmó un contrato con la firma francesa Alsthom para la electrificación del ferrocarril Paz de Río-Belencito para el transporte de minas a planta del mineral de hierro y el carbón; en 1958, cuando las locomotoras pedidas estuvieron terminadas, la empresa tuvo que solicitar a los fabricantes su almacenamiento en Francia, pues no podrían ser utilizadas hasta que se contase con la energía necesaria, y esto solo

ocurriría cuando la Termoeléctrica de Paipa entrara en servicio. <sup>1/</sup> La falta de fuerza eléctrica afectó también la operación del horno eléctrico, el cual hasta 1959 trabajó a menos del 50% de su capacidad, especialmente en 1958 cuando se presentó un grave daño en uno de los generadores de la planta de fuerza, que tomó varios meses en reparar; a fines de 1956 se acumulaban ya 50.000 toneladas de chatarra en los terrenos de la empresa.

Tercero, la orientación inicial de líneas amplias en el programa de fabricación resultó imposible, no solo por la diversificación de la producción en volúmenes reducidos, sino por la falta de un Tren desbastador más versátil; por ello, en 1956 se dió una nueva orientación destinada a la fabricación de unas pocas líneas, básicamente redondos, perfiles y alambre.

---

<sup>1/</sup> TERMOPAIPA fué inaugurada en Mayo de 1963.

Los reportes de la época <sup>1/</sup> acusan además defectos de diseño y de montaje en varios equipos, deficiencias en su manejo y mantenimiento, particularmente respecto a la planta lavadora de carbón, la coquería, el Alto Horno y la acería. Al respecto se concluyó que "aún suponiendo un manejo y mantenimiento adecuados, no habría sido posible evitar algunas fallas...porque la calidad de la maquinaria y el equipo no correspondió en ocasiones a los requerimientos de la producción".<sup>2/</sup>

Bajo estas circunstancias, el 1956 la utilización de las capacidades nominales distaba mucho de ser normal: Alto Horno (65%), Acería Thomas (57%), Desbastador (66%) y Laminadores (58%), mientras que el consumo de materias primas en el Alto Horno arrojó las siguientes relaciones por tonelada de arrabio producida:

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Mineral de Hierro     | 2.25 ton.        |
| Coque                 | 1.03 "           |
| Caliza                | 0.58 "           |
| Adiciones metálicas   | 0.14 "           |
| Total materias primas | <u>4.00 ton.</u> |

1/ Informes y Balances, 1955-56, 57.58.

2/ E. Wiesner, op.cit. pag.56

Esta cifra, cuatro toneladas de materias primas por tonelada de arrabio era casi el doble de lo utilizado en el resto de los altos hornos de Latinoamérica.<sup>1/</sup>

En cuanto al empleo, en esos primeros años el personal analfabeto entre los trabajadores llegaba al 40%; la empresa abrió escuelas para atacar este problema. Además se iniciaron cursos de capacitación técnica en Sogamoso y Belencito, lo cual, sumado a los cursos de entrenamiento en el exterior, implicó que en 1956 el número de empleados extranjeros se había reducido un 45%.

En septiembre de 1957 la casa Koppers presentó a la empresa una serie de recomendaciones que incluían la instalación de una planta de sinterización, adiciones a la coquería y a la planta lavadora de carbón; sugería además la instalación de laminadores de planos, línea que se consideraba indispensable en el programa de fabricación. Se inició la negociación de un laminador de planos en caliente (Steckel) de segunda mano pero en buen estado con Acería del Pacífico de Chile. Para cumplir estos desarrollos la

---

<sup>1/</sup> Acerías Paz del Río, aumentos de la productividad del Alto Horno, Belencito, Agosto 1974, Pag.10.

empresa manifestó a la Koopers la conveniencia de expandir la capacidad de producción de arrabio a 377.000 toneladas/año con la construcción de un nuevo alto horno.

Pero 1958 fué un año crítico para Paz del Río; el país había entrado en una fuerte recesión económica, la actividad de la construcción se paralizó casi por completo, y ante la imposibilidad de bajar producción por la integración total del proceso de fabricación de acero, a fines de 1958 la acumulación de inventarios de productos terminados se acercaba a las 40.000 toneladas; y como la localización mediterránea impide las exportaciones, esta crisis obligó a suspender el proyecto de expansión a 377.000 toneladas.

En el segundo semestre de 1958 el revestimiento del alto horno se desgastó antes del término de duración calculado; este primer cambio de revestimiento fué encomendado a la Casa McKee y tomó cuatro meses, entre diciembre de 1958 y abril de 1959, debido a toda una serie de modificaciones que se hicieron para mejorar la producti-

vidad del Alto Horno; se cambió el ladrillo sílico aluminoso anterior por uno de mayor densidad para la cuba, y por el alto contenido de ZnO del mineral, se decidió utilizar ladrillo de carbono en las paredes de crisol, de las toberas y del etalaje. El espesor de la pared del crisol se redujo 114 mm. y el del etalaje en 229 mm. El volúmen útil resultante fué de 604 Mts.<sup>3</sup>; el anterior era de 554 Mts.<sup>3</sup>. La producción efectiva<sup>1/</sup> en el período de duración del primer revestimiento fué de 375.1 toneladas/día, inferior a la capacidad nominal inicial de 500 toneladas/día.

En 1959, aunque se recupera la demanda del sector de la construcción como lo revela la reducción en 20.000 toneladas de inventarios, la producción de terminados fué similar al nivel de producción de 1956, lo que indica que la empresa trabajó a su menor ritmo en espera de una reacción más favorable de la demanda.

---

1/ Capacidad práctica o producción efectiva:

$$C = \frac{m}{a} \times \frac{365}{345}$$

donde

m = producción total del período

a = período (duración en días del revestimiento)



Por otra parte, en este año Paz del Río comienza la producción de rieles con un contrato por 9.000 toneladas con los Ferrocarriles Nacionales.

CUADRO 23

ACERIAS PAZ DEL RIO - 1955 - 1959

(Cifras en miles de Tons)

| AÑO  | Producción de Ac. Lingote | Producción de Terminados | Barras y Varillas | Perfiles | Alambre y Alambrón |
|------|---------------------------|--------------------------|-------------------|----------|--------------------|
| 1955 | 42.8                      | 35.1                     | 27.4              | 6.9      | 0.8                |
| 1956 | 90.4                      | 72.4                     | 63.0              | 7.0      | 2.4                |
| 1957 | 114.4                     | 90.4                     | 49.0              | 29.4     | 12.0               |
| 1958 | 121.0                     | 88.0                     | 54.3              | 25.3     | 8.4                |
| 1959 | 108.8                     | 78.7                     | 52.3              | 10.1     | 16.3               |

FUENTE : Acerías Paz del Río; Banco de la República.

En 1960, ante los indicios de la recuperación de la demanda, la producción de acero en lingote (con la normal operación del horno eléctrico) y de aceros terminados, aumentaron 61% y 44% respectivamente en relación con el año anterior; y la utilización de capacidades fué apenas inferior a los límites nominales iniciales, lo cual fué propicio para la presentación del Plan de Ampliación de la Koopers. Este plan consistía en dos partes: en la primera, de carácter inmediato, se establecían adiciones a las instalaciones de minería tales como talleres, laboratorios, tolvas y mejoras en los sistemas de comunicaciones; electrificación del ferrocarril Paz de Río-Belencito y mejoras en la red de distribución eléctrica; reformas a la coquería, a la planta lavadora de carbón y al Alto Horno; expansión de la trefilería e instalación del laminador de planos. El costo de esta parte se estimó inicialmente en US.\$ 2.549.000.

La segunda parte constaba de la planta de sinterización, planta de calcinación, planta de oxígeno, planta

de desiliado de arrabio, planta de tratamiento de aguas y hornos de foso, con un costo aproximado de US.\$16.145.000.

En 1961 se hizo la solicitud de crédito al BIRF por US. \$ 22 millones y para la ejecución se firmó contrato de asesoría con la firma John Miles and Partners de Londres.

En octubre y noviembre de 1962 se llevó a cabo el segundo cambio de revestimiento al Alto Horno, por la firma Anderson Construction Corp. de los Estados Unidos. (ANDERCO). Se modificó el sistema de refrigeración del atalaje, y se amplió el diámetro del crisol en 230 mm., con cambios estructurales sin disminuir el espesor de las paredes en esta sección del horno. Simultáneamente, aunque el espesor de las paredes de la cuba permaneció constante, el espacio entre ellas y la corcaza del horno se redujo de 127 a 51 mm., y el espesor de la pared del atalaje de 447 a 343 mm. Estas modificaciones aumentaron el volumen útil del horno de 604 a 630 Mts.<sup>3</sup> Además, durante el período del segundo revestimiento,

la producción efectiva de 491 toneladas indica que se alcanzó el nivel de producción nominal.

En marzo de 1963 culminó la instalación del tren laminador de planos traído de Chile a un costo total de US. \$367.000, incluido transporte y reacondicionamiento. El 28 de junio de ese año se suscribió con el BIRF el crédito, ya por US.\$ 30 millones, a 15 años de plazo e interés anual del 5.5%, para el plan de ampliación de Acerías Paz del Río, y en 1964 se iniciaron las compras de equipos: un Laminador Desbastador Duc de 1.100 mm. para tochos y planchones con capacidad anual de un millón de toneladas y un Tren Desbastador Trío de lámina en caliente de 810 mm. con capacidad de 400. mil toneladas/año, suministrados por la firma Davy & United Engineering Co. Una planta de Sinter con capacidad de 1.000 toneladas/día de aglomerados marca LURGI. La Brown Boveri suministró un equipo turbosoplador para el Alto Horno y la Casa Salem los hornos de foso para el recalentamiento de lingotes.

En 1964 se hicieron mejoras para aumentar la duración

de los revestimientos dolomíticos de los convertidores, y a mediados del año entró en marcha el ferrocarril eléctrico, con el cual la capacidad de arrastre pasa de 3.360 a 10.000 toneladas diarias de mineral de hierro y carbón, lo que supera con mucho las necesidades.

Mientras tanto, según la empresa, la productividad medida en toneladas de lingote/hombre por año, había aumentado 37.6% entre 1961 y 1965 <sup>1/</sup>, y el peso de la producción de barras, varillas y perfiles disminuye de 85% a 67% en el período por los aumentos de producción de los productos de alambre y la nueva línea de planos en caliente.

En 1966 se coloca el cuarto revestimiento al Alto Horno con una nueva modificación al sistema de refrigeración del etalaje. No se hicieron cambios en el espesor de las paredes por lo que el volumen útil permaneció en 630 Mts.<sup>3</sup>, pero la capacidad efectiva aumentó a 660 toneladas/día. El índice de consumo de materias primas por tonelada de arrabio se establece en este año así:

---

<sup>1/</sup> Informe y Balance 1965.

CUADRO 24

ACERIAS PAZ DEL RIO - 1960 - 1965

(Cifras en miles de tons.)

| AÑO  | Producción<br>Ac. lingotes | Producción<br>Terminados | Barras y<br>Varillas | Perfiles | Alambre y<br>Alambrón | Lámina en<br>caliente |
|------|----------------------------|--------------------------|----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| 1960 | 156.7                      | 113.4                    | 80.9                 | 13.2     | 19.3                  | ---                   |
| 1961 | 176.0                      | 121.1                    | 87.0                 | 14.5     | 19.6                  | ---                   |
| 1962 | 136.5                      | 122.1                    | 85.1                 | 12.2     | 24.8                  | ---                   |
| 1963 | 201.1                      | 174.7                    | 126.2                | 6.7      | 28.3                  | 13.5                  |
| 1964 | 197.0                      | 180.9                    | 130.8                | 6.4      | 29.4                  | 14.3                  |
| 1965 | 204.1                      | 176.5                    | 101.9                | 15.8     | 40.7                  | 18.1                  |

FUENTE: Acerías Paz del Río, Banco de la República.

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Mineral de hierro     | 2.46 toneladas  |
| Coque                 | 1.11 "          |
| Caliza                | 0.85 "          |
| Adiciones metálicas   | 0.07 "          |
| <hr/>                 |                 |
| Total materias primas | 4.49 toneladas. |

En 1967 termina la venta de acciones del Banco de la República a los particulares, consolidándose así la sociedad como empresa privada, reteniendo el gobierno únicamente el 1.3%. En este año entran en marcha la planta de Sinter y la Laminador Trio para planos en caliente que trabajará en línea con el tren Steckel.

Sinembargo, la demanda nacional por lámina plana en caliente resultó muchas veces inferior a la capacidad de producción. En 1968 se contrata una asesoría con la firma August Thyssen Hütte de Alemania Federal para una revisión completa de las instalaciones. Entre los conceptos sobre la marcha y las mejoras aconsejables, recomiendan los técnicos de la Thissen la incorporación del proceso de inyección de oxígeno a los convertidores y al horno eléctrico para la reducción del carbono, fósforo y silicio. Además recomienda la instalación de un laminador de planos en frío, complemento indispensable de la producción de lámina en caliente. Paz del Río decide mantener inactivo el Steckel por un tiempo y contrata con la firma H.K. Ferguson de Ohio la inge-

niería del laminador en frío.

Con la introducción del proceso de sinterización para el aprovechamiento de los finos de mineral, carbón y coque, la carga de materias primas por tonelada de arrabio en el Alto Horno se reduce 11%. En 1968 las relaciones de materias primas fueron:

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Mineral de hierro   | 1.20 toneladas |
| Coque               | 1.11 "         |
| Caliza              | 0.47 "         |
| Sinter              | 1.10 "         |
| Adiciones Metálicas | 0.15 "         |

---

Total materias primas 4.03 toneladas

En este año se suspendió la fabricación de perfiles livianos que serían producidos por la empresa METAL-BOYACA, y Paz del Río mantuvo en un mínimo la producción de perfiles estructurales para dar paso a un notable aumento de la producción de barras y varillas.

En el mes de abril de 1969 se cambió nuevamente el revestimiento del Alto Horno, modificando otra vez



el sistema de enfriamiento de la zona de etalaje, por el sistema de placas internas de refrigeración. No se hicieron variaciones en el espesor de las paredes y el volumen útil permaneció constante, pero la capacidad práctica aumentó a 753 toneladas/día.

En Junio y Diciembre de 1970 el Alto Horno tuvo dos interrupciones, la primera por desprendimiento de placas de desgaste en la zona de cargue y la segunda por perforación de una de las placas de enfriamiento del crisol; las reparaciones pararon el horno 15 días y fueron encomendadas a ANDERCO. Sinembargo, la producción de acero en lingote y de aceros terminados en este año, superó en 16% y 24% el nivel de producción del año 1967, lo que indica un aumento en la productividad, ya confirmada por el crecimiento de la capacidad de producción efectiva en el Alto Horno, a pesar de que el volumen útil ha permanecido constante en los últimos años.

CUADRO 25

ACERIAS PAZ DEL RIO - 1966 - 1970

(Cifras en miles de toneladas)

| AÑO  | Producción<br>Ac. lingote | Producción<br>Terminados | Barras y<br>Varillas | Perfiles | Alambre y<br>Alambrón | Lámina en<br>Caliente | Palanquilla<br>para la venta |
|------|---------------------------|--------------------------|----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1966 | 174.8                     | 155.2                    | 81.8                 | 8.9      | 40.9                  | 23.6                  | 16.9                         |
| 1967 | 208.3                     | 158.8                    | 81.3                 | 11.4     | 43.5                  | 22.6                  | 8.4                          |
| 1968 | 200.0                     | 155.8                    | 92.0                 | 5.3      | 36.2                  | 22.3                  | 8.1                          |
| 1969 | 208.2                     | 200.8                    | 128.3                | 3.9      | 45.0                  | 23.6                  | 10.7                         |
| 1970 | 242.0                     | 198.1                    | 121.4                | 0.2      | 58.6                  | 17.9                  | 5.1                          |

FUENTE : Encuesta BID-CEPAL, DASTUR

En 1971 se racionalizaron los sistemas de explotación selectiva de las minas de carbón de la Chapa y Samacá, y se completó la batería de coque con una serie de hornos de solera de tipo elemental con innovaciones de diseño y adaptaciones mecánicas ideadas por la División de Ingeniería de Acerías Paz del Río.

En 1972 se ensanchó la mina de La Chapa con un tunel a los niveles inferiores y se completaron dos Kms. de bandas transportadoras. En el Alto Horno se instaló y puso en marcha un sistema de inyección de fuel-oil con diseño de la División de Ingeniería y revisión de la Republic Steel, básicamente para reducir el consumo de coque. También entró en operación la planta de Desiliciado de arrabio: si el sílice en el arrabio pasa del 3%, en esta planta se le inyecta oxígeno y cal al arrabio caliente para bajar su nivel de Si. a menos de 1%. El control de temperatura se obtiene con adición de chatarra para disminuirla a finos de coque (coquecillo) para aumentarla. Se instaló además una nueva planta

de oxígeno de 25 toneladas/día de capacidad, que reemplaza la planta de oxígeno de 1 tonelada diaria en funcionamiento desde 1954.

Con estas modificaciones, el volúmen de carga al Alto Horno se reduce 15% por tonelada de arrabio, así:

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Mineral de Hierro     | 0.97 toneladas |
| Coque                 | 0.78 "         |
| Caliza                | 0.04 "         |
| Sinter                | 1.54 "         |
| Adiciones Metálicas   | 0.04 "         |
| <hr/>                 |                |
| Total materias primas | 3.49 toneladas |

Ante la proximidad del fin de la vida útil de la planta de coque, la empresa contrató con la Woodall Duckham Ltda. de Inglaterra para su reposición, la cual se financia con un préstamo de un banco inglés por más de dos millones de libras esterlinas a un plazo de 11 años y al 6% de interés. Simultáneamente, la Republic Steel avanza un estudio de revisión de las especificaciones del laminador en frío, pero Paz del Río decide aplazar su adquisición por

dificultades en el suministro de energía eléctrica para este equipo; por otra parte, siguiendo las recomendaciones de la Thyssen, formuladas desde 1968, contrata con Creusot-Loire Interprises de Francia, el diseño y la ingeniería de la tecnología de inyección de aire enriquecido con oxígeno a los convertidores de la acería.

En este año, 1972, se obtienen producciones record en el Alto Horno, 270.717 toneladas de arrabio, en la acería Thomas con 233.871 toneladas de lingotes y en el tren 1.100 con 249.691 toneladas de desbastes, volúmenes que no se han superado hasta el momento.

En Febrero de 1974 se coloca el sexto revestimiento en el Alto Horno; el anterior duró 1.704 días, recibió 4.189.300 toneladas de materias primas y produjo 1.164.700 toneladas de arrabio. Con este nuevo cambio encomendado también a ANDERCO, se decide acometer una rehabilitación total del Alto Horno con reconstrucción de una de las estufas y cambio en otras dos, cambio total de las placas de refrigeración y reducción del espesor

de las paredes de la cuba a 228 mm. El volumen útil pasa de 630 a 689 Mts.<sup>3</sup> y la capacidad práctica de producción aumenta de 753 a 840 toneladas/día. Sin embargo, en 1974 la producción de arrabio baja 19% respecto a 1972, debido no solo al tiempo de parada del Alto Horno sino a dificultades en la provisión de coque por el estado de la batería en su última fase de vida útil. Coincide esta reducción con la expansión de la demanda de acero para construcción y la disminución de la producción de las acerías semintegradas por la escasez de chatarra. La crisis del mercado mundial del acero obligó a la empresa a aplazar nuevamente la compra del laminador en frío dado que, en el corto período de un año, éste duplicó su costo, a pesar de las cartas de intención suscritas con fabricantes ingleses y americanos para su adquisición. Coincidió también con un gran déficit en el mercado internacional de los semintegrados que irían a abastecer el laminador mientras la empresa cumpliera su ensanche a un millón de toneladas de acero crudo.

Este ensanche, visualizado en la década del sesenta y definido en los estudios de la firma Dastur Engineering de las Naciones Unidas en 1975, prevee nuevas capacidades en Alto Horno, Acería y Laminación, expansión de minas, nueva planta de Sinter y Coque, con un costo superior a U.S.500 millones.

CUADRO 26

ACERIAS PAZ DEL RIO - 1971 - 1976

(Cifras en miles de toneladas)

| AÑO  | Producción<br>Ac.lingote | Producción<br>Terminados | Barras y<br>Varillas | Perfiles | Alambre y<br>Alambrón | Lámina en<br>Caliente | Palanquilla<br>para la ven' |
|------|--------------------------|--------------------------|----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1971 | 248.2                    | 210.5                    | 135.9                | 3.0      | 41.5                  | 30.1                  | 4.9                         |
| 1972 | 276.0                    | 186.9                    | 107.6                | 3.9      | 50.2                  | 25.2                  | 26.4                        |
| 1973 | 262.6                    | 159.5                    | 71.1                 | 3.3      | 64.5                  | 20.8                  | 27.8                        |
| 1974 | 244.0                    | 188.2                    | 95.6                 | 4.3      | 57.7                  | 30.6                  | 9.4                         |
| 1975 | 266.6                    | 191.1                    | 115.6                | 5.4      | 58.1                  | 12.0                  | 11.0                        |
| 1976 | 252.2                    | 162.6                    | 89.7                 | 3.0      | 50.3                  | 19.6                  | 9.4                         |

FUENTE: Encuesta BID/CEPAL

En mayo las relaciones de carga de materia prima por tonelada de arrabio en el Alto Horno se establecieron:

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Mineral de hierro     | 1.07 toneladas |
| Coque                 | 0.72 "         |
| Caliza                | 0.03 "         |
| Sinter                | 1.25 "         |
| Adiciones metálicas   | 0.13 "         |
| Fuel-oil              | 0.04 "         |
| <hr/>                 |                |
| Total materias primas | 3.24 toneladas |

Esta relación significa una disminución de 7.6% respecto al volumen de carga en 1972 y de 38.5% menor al volumen de 1966 antes de la incorporación del proceso de sinterización.

En 1975 el horno eléctrico logró una capacidad nominal de 40.000 toneladas anuales, gracias al empleo del sistema de precalentamiento de la chatarra y la inyección de oxígeno. Sin embargo el nivel de producción se vió afectado por racionamiento de energía de la central de TERMOPAIPA. El hecho más destacado de este año fué la



puesta en marcha en octubre de la nueva batería de coque de 57 hornos con capacidad anual de 355.000 toneladas. Con ocasión de esta instalación se decide rehabilitar la Planta de Subproductos, con diseños de la División de Ingeniería revisados por la Republic Steel.

Además se adoptó un nuevo plan inmediato de expansión de la capacidad de producción de arrabio a 330.000 toneladas/año e incrementar la producción de lingote a 380.000 toneladas; el plan fundamentalmente consiste en la inyección de oxígeno al Alto Horno y transformación de uno de los convertidores de la acería al proceso LWS con soplo de oxígeno puro. Simultáneamente la empresa avanza un proyecto de creación de una fábrica de cemento-escoria de 600.000 toneladas/año de capacidad.

La producción de acero terminado bajó a su más mínimo nivel de los últimos siete años en 1976, por la acentuada escasez de energía y el receso en la actividad de la construcción. Como hechos positivos se tiene que la mayor producción de coque permitió substituir buena parte del consumo de combustibles líquidos por gas. La División

de ingeniería diseñó las tolvas para el aumento de la capacidad de almacenamiento de mineral de hierro en las minas de Santa Teresa y, con asesoría de ANDERCO, avanzó los estudios y diseños de las modificaciones y mejoras que se incorporaron al Alto Horno en el próximo cambio de revestimiento en 1977, las cuales permitirían elevar la capacidad efectiva de producción de arrabio a casi 1.000 toneladas/día. Simultáneamente en este año se electrificó la línea férrea de la mina de caliza a la planta de Belencito y se completaron los laboratorios de control de calidad con la provisión de modernos equipos de análisis instrumental.

#### 4. Análisis del cambio tecnológico.

Las principales decisiones de tipo tecnológico, la adquisición de nueva maquinaria y equipo en más de 20 años de operaciones de Paz del Río, han tenido objetivos claramente predeterminados. La instalación en 1963 del tren laminador de planos pretendió introducir por vez primera en el país esta nueva línea de producción.

La instalación en 1968 del tren desbastador 1.100 permite una producción más versátil de tochos y desbastes planos para un programa de fabricación más amplio. La planta de Sinter destinada al aprovechamiento de finos reduce los costos de operación y cambia la composición de los insumos.

Como se anotó, la empresa considera que estos equipos, al menos la planta de Sinter y un desbastador versátil se debieron exigir en el diseño original de la planta, lo cual sin duda afectó las operaciones iniciales; solo en 1960 se lograron alcanzar los niveles de capacidad nominales, tanto en acería como en laminación.

Por otra parte, dada la baja calidad del mineral de hierro que exige un alto consumo de energéticos, la empresa ha concentrado con éxito la mayor parte de su esfuerzo tecnológico en investigación y desarrollo de los factores que reducen el consumo de materias primas por tonelada de arrabio y aumentan el rendimiento de los equipos, particularmente del alto horno.

Desde 1966, el volúmen de carga por tonelada de arrabio se ha reducido 38.5%. Este resultado lo obtiene la empresa por el desarrollo de dos factores: los que mejoran las condiciones de soplo en el Alto Horno y los que reducen el consumo específico de coque. En el primer grupo de factores están la optimización de la granulometría de la carga, mediante continuo y eficiente cribado; el control de flujo, temperatura y humedad en el aire de soplo que permite evitar modificaciones bruscas en los cambios térmicos del horno; inyección de oxígeno al aire de soplo y utilización de turbosopladores.

En cuanto a los factores que reducen el consumo específico de coque, se dirigen fundamentalmente a disminuir los requerimientos térmicos del horno. En este sentido, Paz del Río trata de obtener el máximo porcentaje de Fe en la carga mediante su óptima preparación, reduciendo las exigencias en coque para lograr un mayor volúmen útil y un mínimo de escoria. El factor principal fué la adopción del uso de aglomerados (Sinter) en

la carga, en proporciones que varían entre el 35% y el 50% del peso total de materias primas. Además, la optimización de las características físico-químicas del coque, utilización de alta temperatura de soplo, inyección de fuel-oil, utilización de alta presión en el horno y ajustes en los sistemas de refrigeración.

Respecto a la evolución del rendimiento, la experiencia de Paz del Río en la operación del Alto Horno ha sido extraordinaria. Teniendo en cuenta que las capacidades de laminación exceden la capacidad de producción de arrabio, y dado el retardo en la instalación de un nuevo alto horno, la empresa se ha preocupado particularmente por aumentar la capacidad práctica de producción del horno actual. Para ello se han desarrollado los factores que permiten un aumento del volúmen útil y una mayor duración del revestimiento.

El aumento del volúmen útil se ha obtenido por ampliación de las dimensiones fundamentales del horno y por

medio del decrecimiento del espesor de las paredes del refractario; para esto último, la empresa ha aprovechado los progresos realizados en la calidad de los materiales y en los sistemas de refrigeración. En total, el volumen útil del Alto Horno sobrepasa actualmente en 24% el diseño original del mismo. La duración del revestimiento ha aumentado básicamente por la incorporación de sistemas internos de refrigeración y por el uso de carga uniforme con mayor control de temperatura en el proceso de reducción. De esta forma, la capacidad práctica de producción ha pasado de 500 toneladas/día en 1955 a 840 toneladas/día actualmente, un aumento del 68%.

En las adiciones y mejoras hechas en el Alto Horno con ocasión de los cambios de revestimiento, han participado compañías internacionales especializadas. En general, Paz del Río mantiene asesoría permanente de diversas compañías extranjeras, expertos consultores del sector siderúrgico, para la realización de sus principales proyectos, lo cual permitiría asegurar que la empresa ha

estado al corriente de los avances tecnológicos en el desarrollo de este tipo de plantas integradas.

Internamente, la División de Ingeniería de Paz del Río desarrolla continuamente estudios en investigación aplicada para optimizar la operación de equipos, control de calidad y reducción de costos.

El efecto de estos desarrollos sobre la evolución de la producción de la empresa se observa en el Anexo 7. Hasta 1972, la productividad medida en términos de lingotes producidos por obrero, creció continuamente; pero desde 1973 y hasta 1976, este índice ha descendido también continuamente, posiblemente por los problemas energéticos y las bruscas oscilaciones de la demanda que caracterizaron el sector siderúrgico en este período. Sin embargo, sin concretarse las nuevas expansiones en Paz del Río, particularmente la ampliación al millón de toneladas, que modernizarían las instalaciones del Alto Horno, Acería y Laminación, la empresa podría enfrentarse a una situación de funcionamiento rentable con tecnología atrasada, con niveles de productividad inferiores

a los históricos aprovechando su posición ligotípica  
en el mercado del acero.



ANEXO 1

PLANTAS SEMINTEGRADAS - PRODUCCION DE ACERO EN LINGOTE

(Miles de Toneladas)

| AÑO  | SIMESA | SIDELPA | METALBOYACA | SIDEMUÑA | SIDENOR | FUTEC | TOTAL |
|------|--------|---------|-------------|----------|---------|-------|-------|
| 1951 | 5.2    | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 5.2   |
| 1952 | 5.6    | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 5.6   |
| 1953 | 5.6    | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 5.6   |
| 1954 | 8.3    | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 8.3   |
| 1955 | 9.6    | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 9.6   |
| 1956 | 12.9   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 12.9  |
| 1957 | 15.3   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 15.3  |
| 1958 | 15.2   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 15.2  |
| 1959 | 15.6   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 15.6  |
| 1960 | 16.0   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 16.0  |
| 1961 | 16.5   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 16.5  |
| 1962 | 20.2   | ---     | ---         | ---      | ---     | ---   | 20.2  |
| 1963 | 22.6   | 4.5     | ---         | ---      | ---     | ---   | 27.1  |
| 1964 | 21.9   | 10.8    | ---         | 4.2      | ---     | ---   | 36.9  |
| 1965 | 22.4   | 9.8     | ---         | 4.5      | ---     | ---   | 36.7  |
| 1966 | 19.5   | 17.0    | ---         | 4.7      | ---     | ---   | 41.2  |
| 1967 | 22.1   | 22.2    | ---         | 4.9      | ---     | ---   | 49.2  |
| 1968 | 21.6   | 25.5    | ---         | 12.4     | ---     | ---   | 59.5  |
| 1969 | 19.8   | 26.5    | ---         | 15.6     | 1.5     | ---   | 63.4  |
| 1970 | 20.5   | 27.8    | ---         | 9.4      | 1.9     | ---   | 59.6  |
| 1971 | 29.1   | 34.8    | ---         | 10.4     | 3.2     | ---   | 77.5  |
| 1972 | 42.9   | 38.1    | ---         | 13.4     | 2.4     | ---   | 96.8  |
| 1973 | 41.5   | 35.6    | ---         | 15.9     | 3.1     | ---   | 96.1  |
| 1974 | 31.7   | 35.1    | 9.3         | 17.3     | 3.6     | 2.2   | 99.2  |
| 1975 | 40.7   | 36.2    | 22.4        | 18.0     | 3.6     | 2.7   | 123.6 |
| 1976 | 37.0   | 39.7    | 21.7        | 24.1     | 3.1     | 2.7   | 128.3 |

## ANEXO 2

PLANTAS SEMINTEGRADAS - PRODUCCION DE ACERO TERMINADO

(Miles de toneladas)

| AÑO  | SIMESA | SIDELPA | METALBOYACA | SIDEMUÑA | SIDENOR <sup>1/</sup> | FUTEC <sup>1/</sup> | TOTAL |
|------|--------|---------|-------------|----------|-----------------------|---------------------|-------|
| 1951 | 4.3    | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 4.3   |
| 1952 | 5.3    | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 5.3   |
| 1953 | 4.7    | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 4.7   |
| 1954 | 6.9    | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 6.9   |
| 1955 | 8.0    | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 8.0   |
| 1956 | 10.8   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 10.8  |
| 1957 | 12.8   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 12.8  |
| 1958 | 12.7   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 12.7  |
| 1959 | 13.0   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 13.0  |
| 1960 | 13.4   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 13.4  |
| 1961 | 13.8   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 13.8  |
| 1962 | 16.9   | ---     | ---         | ---      | ---                   | ---                 | 16.9  |
| 1963 | 18.9   | 3.8     | 7.2         | ---      | ---                   | ---                 | 29.9  |
| 1964 | 18.3   | 9.0     | 10.2        | 5.6      | ---                   | ---                 | 43.1  |
| 1965 | 19.0   | 11.5    | 10.9        | 5.1      | ---                   | ---                 | 46.5  |
| 1966 | 16.3   | 13.3    | 13.8        | 3.8      | ---                   | ---                 | 47.2  |
| 1967 | 18.9   | 17.1    | 9.3         | 5.8      | ---                   | ---                 | 51.1  |
| 1968 | 18.4   | 21.5    | 13.8        | 8.2      | ---                   | ---                 | 61.9  |
| 1969 | 15.2   | 26.2    | 21.2        | 8.0      | 1.1                   | ---                 | 71.7  |
| 1970 | 19.0   | 27.3    | 28.3        | 7.7      | 3.4                   | ---                 | 85.7  |
| 1971 | 21.6   | 27.9    | 31.9        | 8.6      | 1.6                   | ---                 | 91.6  |
| 1972 | 32.7   | 29.0    | 32.4        | 11.1     | 5.4                   | 2.7                 | 113.3 |
| 1973 | 33.6   | 29.3    | 28.4        | 14.5     | 3.1                   | 3.8                 | 112.7 |
| 1974 | 25.2   | 30.9    | 16.6        | 15.0     | 2.7                   | 3.2                 | 93.6  |
| 1975 | 30.2   | 31.4    | 27.4        | 15.9     | 2.7                   | 3.5                 | 111.1 |
| 1976 | 35.0   | 34.0    | 26.7        | 22.7     | 2.3                   | 3.3                 | 124.0 |

<sup>1/</sup>: Barras y Varillas

FUENTE: Encuesta BID/CEPAL, Empresas.

## ANEXO 3

PLANTAS SEMINTEGRADAS - CONSUMO DE CHATARRA  
(Miles de Toneladas)

| Año  | SIMESA |      |      | SIDELPA |      |      | METALBOYACA |      |      | SIDEMUNA |      |      | TOTAL |      |       |
|------|--------|------|------|---------|------|------|-------------|------|------|----------|------|------|-------|------|-------|
|      | Nac.   | Imp. | Tot. | Nal.    | Imp. | Tot. | Nal.        | Imp. | Tot. | Nal.     | Imp. | Tot. | Nal.  | Imp. | total |
| 1965 | n.d    | ---  | n.d  | n.d     | ---  | n.d  | ---         | ---  | ---  | n.d      | ---  | n.d  | 55.0  | ---  | 55.0  |
| 1966 | n.d    | ---  | n.d. | n.d     | ---  | n.d  | ---         | ---  | ---  | n.d      | ---  | n.d  | 47.5  | ---  | 47.5  |
| 1967 | n.d    | ---  | n.d  | n.d     | ---  | n.d  | ---         | ---  | ---  | n.d      | ---  | n.d  | 58.0  | ---  | 58.0  |
| 1968 | n.d    | ---  | n.d  | n.d     | ---  | n.d  | ---         | ---  | ---  | n.d      | ---  | n.d  | 73.1  | ---  | 73.1  |
| 1969 | 12.8   | 9.5  | 22.3 | n.d     | ---  | n.d  | ---         | ---  | ---  | n.d      | ---  | n.d  | 70.2  | 9.5  | 79.7  |
| 1970 | 26.0   | 5.0  | 31.0 | 33.6    | ---  | 33.6 | ---         | ---  | ---  | 16.2     | ---  | 16.2 | 75.8  | 5.0  | 80.8  |
| 1971 | 27.3   | ---  | 27.3 | 30.0    | ---  | 30.0 | ---         | ---  | ---  | 15.9     | ---  | 15.9 | 73.2  | ---  | 73.2  |
| 1972 | 33.0   | 10.3 | 43.3 | 20.7    | ---  | 20.7 | ---         | ---  | ---  | 17.4     | ---  | 17.4 | 71.1  | 10.3 | 81.4  |
| 1973 | 47.4   | 5.0  | 52.4 | 29.6    | ---  | 29.6 | ---         | ---  | ---  | 19.1     | ---  | 19.1 | 96.1  | 5.0  | 101.1 |
| 1974 | 41.4   | 2.7  | 44.1 | 37.0    | 1.7  | 38.7 | 10.9        | ---  | 10.9 | 18.2     | 0.4  | 18.6 | 107.5 | 4.8  | 112.3 |
| 1975 | 51.1   | 7.0  | 58.1 | 37.7    | 2.5  | 40.2 | 30.0        | ---  | 30.0 | 24.1     | 1.2  | 25.3 | 142.9 | 10.7 | 153.6 |
| 1976 | 45.9   | 0.4  | 46.3 | 44.3    | ---  | 44.3 | 27.6        | 1.3  | 28.9 | 20.7     | 1.0  | 21.7 | 138.5 | 2.7  | 141.2 |

n.d. : No disponible

FUENTE: 1965-1969, Stanko Tezac, ONUDI  
1970-1976, Empresas.

ANEXO 4

PRECIO DE IMPORTACION DE 100 TONELADAS DE CHATARRA

Precio f.o.b. USA por tonelada: \$US 70  
 1\$US = 38 \$ Col.

|  | Total \$ Col. |
|--|---------------|
| Costo de importación   | 266.000       |
| Fletes (\$US 20 por tonelada)                                | 76.000        |
| Formulario de registro de importación                        | 200           |
| Formulario Incomex   | 100           |
| Comisión de apertura de Carta de Crédito (1%)                | 3.400         |
| Timbres y portes de apertura de Carta de Crédito             | 270           |
| Derechos Consulares (1% valor de la importación)             | 2.660         |
| Impuesto de Nacionalización (2% del valor de la importación) | 5.320         |
| Comisión de pago de derechos consulares                      | 50            |
| Decreto 688/67 (1.5% de importación y fletes)                | 5.130         |
| Decreto 444/67 (Proexpo 5% de importación y fletes)          | 17.100        |
| Tonelaje (\$3 por tonelada)                                  | 300           |
| Derecho de puerto (grua y bodegajes)                         | 80.000        |
| Desestiva Colpuertos (\$US 4 por tonelada)                   | 15.200        |
| Manejo (\$US 8.60 por tonelada)                              | 32.680        |
| Comisión agente (US\$ 1 por tonelada)                        | 3.800         |
| Formulario de manifiesto de aduanas                          | 100           |
| Papel sellado  | 100           |
| Vigilancia (\$10 por toneladas)                              | 1.000         |
| Garantía Global de Giro (Timbre)                             | 262           |
| Desestiva propia (100 por tonelada)                          | 10.000        |
| Otros  | 10.000        |
|  | <hr/>         |
| TOTAL.....   | 529.692       |
|  | <hr/> <hr/>   |
| Precio c.i.f. Cartagena por tonelada : \$US 140              |               |

FUENTE: SIPSA

## ANEXO 5

ACERIAS SEMINTEGRADAS-RELACIONES INSUMO-PRODUCTO\*

| Año  | (1)  | (2)  | (3)  | (4)  | (5)                                     | (6)                                | (3)/(1) | (4)/(1) | (5)/(2) | (2)/(6)   |
|------|--|--|--|--|---|------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|
|      | <u>Producción</u><br><u>Ac.Lingote</u><br>(miles Tons) | <u>Producción</u><br><u>Ac.Terminado</u><br>(Miles Tons) | <u>Consumo de</u><br><u>Chatarra</u><br>(Miles Tons) | <u>Consumo de</u><br><u>Ferroaleaciones</u><br>(Miles Kwh) | <u>Consumo de</u><br><u>Energ.Elec.</u> | <u>Número de</u><br><u>Obreros</u> | T/T     | Kg/T    | KWh/T   | T/Obreros |
| 1970 | 57.7   | 54.0   | 80.8   | 1.168  | 69.4                                    | 1.710                              | 1.40    | 20.2    | 1.285   | 31.5      |
| 1971 | 74.3   | 58.1   | 73.2   | 1.120  | 76.5                                    | 1.702                              | 0.98    | 15.1    | 1.316   | 34.1      |
| 1972 | 94.4   | 72.8   | 81.4   | 1.958  | 92.0                                    | 1.791                              | 0.86    | 20.7    | 1.263   | 40.6      |
| 1973 | 93.0   | 77.4   | 101.1  | 2.027  | 89.9                                    | 1.867                              | 1.08    | 21.8    | 1.161   | 41.5      |
| 1974 | 84.1   | 71.1   | 88.4   | 1.725  | 92.8                                    | 1.842                              | 1.05    | 20.5    | 1.305   | 38.6      |
| 1975 | 94.9   | 77.5   | 123.6  | 1.996  | 102.2                                   | 1.814                              | 1.30    | 21.0    | 1.318   | 42.7      |
| 1976 | 100.8  | 91.7   | 112.3  | 2.069  | 114.8                                   | 2.119                              | 1.11    | 20.5    | 1.251   | 43.3      |

\* : Cifras totales acumuladas para SIMES, SIDELPA y SIDEMUNA

FUENTE: Anexos 1, 2 y 3, Encuesta BID/CEPAL

## ANEXO 6

ACERIAS PAZ DEL RIO - PRODUCCION DE ACERO  
(cifras en miles de Tons.)

| Año  | Producción de Acero lingote | Producción de Acero terminado | Barras y Varillas | Perfiles | 1/<br>Alambre y Alambrón | Lámina en Caliente | 2/<br>Semiterminados |
|------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|----------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 1955 | 42.8                        | 35.1                          | 27.4              | 6.9      | 0.8                      | ---                | n.d                  |
| 1956 | 90.4                        | 72.4                          | 63.0              | 7.0      | 2.4                      | ---                | n.d                  |
| 1957 | 114.4                       | 90.4                          | 49.0              | 29.4     | 12.0                     | ---                | n.d                  |
| 1958 | 121.0                       | 88.0                          | 54.3              | 25.3     | 8.4                      | ---                | n.d                  |
| 1959 | 108.8                       | 78.7                          | 52.3              | 10.1     | 16.3                     | ---                | n.d                  |
| 1960 | 156.7                       | 113.4                         | 80.9              | 13.2     | 19.3                     | ---                | n.d                  |
| 1961 | 176.0                       | 121.1                         | 87.0              | 14.5     | 19.6                     | ---                | n.d                  |
| 1962 | 136.5                       | 122.1                         | 85.1              | 12.2     | 24.8                     | ---                | n.d                  |
| 1963 | 201.1                       | 174.7                         | 126.2             | 6.7      | 28.3                     | 13.5               | 10.5                 |
| 1964 | 197.0                       | 180.9                         | 130.8             | 6.4      | 29.4                     | 14.3               | 16.8                 |
| 1965 | 204.1                       | 176.5                         | 101.9             | 15.8     | 40.7                     | 18.1               | 17.3                 |
| 1966 | 174.8                       | 155.2                         | 81.8              | 8.9      | 40.9                     | 23.6               | 16.9                 |
| 1967 | 208.3                       | 158.8                         | 81.3              | 11.4     | 43.5                     | 22.6               | 8.4                  |
| 1968 | 200.0                       | 155.8                         | 92.0              | 5.3      | 36.2                     | 22.3               | 8.1                  |
| 1969 | 208.2                       | 200.8                         | 128.3             | 3.9      | 45.0                     | 23.6               | 10.7                 |
| 1970 | 242.0                       | 198.1                         | 121.4             | 0.2      | 58.6                     | 17.9               | 5.1                  |
| 1971 | 248.2                       | 210.5                         | 135.9             | 3.0      | 41.5                     | 30.1               | 4.9                  |
| 1972 | 276.0                       | 186.9                         | 107.6             | 3.9      | 50.2                     | 25.2               | 26.4                 |
| 1973 | 262.0                       | 159.5                         | 71.1              | 3.3      | 64.5                     | 20.8               | 27.8                 |
| 1974 | 244.0                       | 188.2                         | 95.6              | 4.3      | 57.7                     | 30.6               | 9.4                  |
| 1975 | 266.6                       | 191.1                         | 115.6             | 5.4      | 58.1                     | 12.0               | 11.0                 |
| 1976 | 252.2                       | 162.6                         | 89.7              | 3.0      | 50.3                     | 19.6               | 9.4                  |

1/ Incluye ocasionales producciones de rieles en minimas cantidades

2/ Palanquilla para la venta

n.d:No disponible

FUENTE: Acerías Paz del Río, Banco de la República, Encuesta BID/CEPAL.

## ANEXO 7

ACERIAS PAZ DEL RIO - PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

| (Miles Tons) |                           |         |                        |
|--------------|---------------------------|---------|------------------------|
| Año          | Producción de<br>Lingotes | Obreros | Producción/<br>Obreros |
| 1966         | 174.8                     | 4.864   | 35.9                   |
| 1967         | 208.3                     | 4.783   | 43.5                   |
| 1968         | 200.0                     | 4.704   | 42.5                   |
| 1969         | 208.2                     | 4.640   | 44.9                   |
| 1970         | 242.0                     | 4.724   | 51.2                   |
| 1971         | 248.2                     | 4.736   | 52.4                   |
| 1972         | 276.0                     | 4.690   | 58.8                   |
| 1973         | 262.6                     | 4.761   | 55.2                   |
| 1974         | 244.0                     | 4.817   | 50.7                   |
| 1975         | 266.6                     | 5.007   | 53.3                   |
| 1976         | 252.2                     | 5.097   | 49.9                   |

FUENTE : Encuesta BID/CEPAL





Publicación Impresa por  
Organización Norte S.C.A.  
Avda. Pte. R. S. Peña 744  
Buenos Aires





