

15356

CATALOGADO



ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA FUNDICION ELECTRICA DE ACERO  
A PARTIR DE CHATARRA DE ORIGEN LOCAL

Estudio preparado para el  
Consejo Federal de Inversiones  
por: Ing. Sergio Manuel Cuadra

Buenos Aires, Septiembre 1974

①  
H. 22231  
C32

(no. de pag.)

E.  
Ing. E.F.I.  
REGION NEA  
CHACO  
CORRIENTES

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA FUNDICION ELECTRICA DE ACERO  
A PARTIR DE CHATARRA DE ORIGEN LOCAL

INDICE

	<u>Página</u>
1 - Resumen y conclusiones	1
2 - Descripción del producto	2
3 - Antecedentes del mercado	2
3.1 Generalidades	2
3.2 Estimación global de la demanda en Resistencia	3
3.3 Estimación de la demanda global de la Provincia de El Chaco	4
3.4 Oferta de piezas moldeadas de acero	5
4 - Disponibilidad de recursos en la Provincia de El Cha- co.	
4.1 Mano de obra	6
4.2 Insumos	7
5 - Alternativas tecnológicas	8

Anexos

1 - Encuesta sobre consumo de piezas fundidas de acero y generación de chatarra de acero	11
2 - Estructura del consumo de piezas moldeadas de acero en Resistencia, El Chaco	13
3 - Consumo futuro de piezas moldeadas de acero en Resistencia	14
4 - Producción nacional de piezas moldeadas de acero	15
5 - Características técnicas de los hornos eléctricos para fusión de acero	15
5.1 Hornos de arco	15
5.2 Hornos de inducción	17

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA FUNDICION ELECTRICA DE ACERO  
A PARTIR DE CHATARRA DE ORIGEN LOCAL

1 - Resumen y conclusiones

Con el objeto de determinar la demanda actual de piezas moldeadas de acero de la región, se diseñó una encuesta, de la cual a la fecha solamente se cuenta con los resultados de 11 empresas de la ciudad de Resistencia y sus alrededores en la provincia del Chaco. La encuesta en su totalidad deberá cubrir a unas 40 industrias de la región ( el Chaco y Corrientes ), cuyos resultados se espera tener en el curso de las próximas semanas.

Con los antecedentes disponibles actualmente, se puede estimar que hay una demanda regional de piezas moldeadas de acero al carbono y de aleación del orden de 100 a 150 toneladas anuales, en tamaños desde 0,5 a 500 kilogramos.

La estructura de la demanda comprende a un sector que requiere de piezas a pedido destinadas a repuestos y sectores industriales de la zona que requieren piezas en series pequeñas y medianas. Estos últimos son industrias de remolques y acoplados, componentes automotores, maquinaria agrícola y otras industrias metalúrgicas.

No hay oferta local de piezas moldeadas de acero, la oferta nacional alcanza a 56.100 toneladas en el año 1973. Los precios promedio, en el primer semestre del presente año, se estiman en \$13 a \$15 por kilogramo de piezas de acero en bruto.

La disponibilidad de insumos en la región se consideran suficientes para la operación de una fundición de acero, para los niveles de producción que se prevén. Se consideraran los siguientes insumos: chatarra de acero, energía eléctrica y otros de menor importancia, tales como la arena para moldear, bentonita, caliza y grafito.

En relación a la disponibilidad de mano de obra, no se prevé dificultades para el personal no calificado. En cambio deberá considerarse que para cinco o seis cargos técnicos y de operarios calificados, será difícil obtener personal de la zona. En resumen se considera que este factor no será limitante para la instalación de una fundición en la zona.

De acuerdo con los antecedentes disponibles del mercado, sería posible la instalación de una fundición con un horno eléctrico del tipo de inducción, de 500 a 1.000 kg. de capacidad, con una capacidad de producción de 25 a 50 toneladas mensuales, en piezas moldeadas de acero en bruto.

A pesar de que la demanda regional justificaría la instalación de una fundición, sería aconsejable estudiar el mercado de algunos productos de acero, destinados al mercado nacional. Estos productos podrían ser terminados en la misma planta, lo que implica que ésta cuente con el equipamiento para su mecanizado, o bien esta operación podría complementarse con otras industrias de la zona. Entre estos productos se recomienda en particular a las válvulas de acero, masas de ruedas para remolques y acoplados y engranajes de acero.



## 2 - Descripción del producto

### 2.1 Especificaciones técnicas

Piezas moldeadas de acero al carbono : SAE 1010 , 1020 , 1038 , 1040 y 1045 , en tamaños desde 0,5 a 500 kg. por unidad. También se contempla la producción de una cantidad menor de piezas de acero de aleación ( al cromo principalmente).

### 2.2 Usos de los productos

De acuerdo con los antecedentes disponibles del mercado , los usos a los que se destinarían la producción de piezas moldeadas de acero serían los siguientes :

a) Para la fabricación de repuestos de maquinas y equipos de las industrias instaladas en la zona. La producción de estas piezas se caracteriza por ser a pedido y en general por partidas unitarias o de pocas unidades . A modo de ejemplo se pueden señalar los siguientes :

- repuestos para industria textil; engranajes , ejes y otros de peso unitario entre 0,5 a 20 kg.
- moldes para plomo , de peso unitario de 90 kg.
- soportes y cambios para rieles , con peso unitario de 3 a 8 kg.
- repuestos para maquinas viales ; engranajes de 15 a 20 kg., masas de ruedas de 300 kg. cada una.
- coronas , ruedas dentadas y sinfines para prensas , repuestos destinados a fabricas de aceite , con pesos unitarios de 1 a 6 kg.

b) Componentes para remolques y acoplados y vehículos automotores .La producción de estas piezas se caracteriza por pequeñas y medianas series ( 20 a 50 piezas ). Algunos ejemplos representativos de este consumo son los siguientes:

- accesorios para elásticos de vehículos automotores , destinados a reposición en la zona. Piezas de 0,5 a 20 kg.
- enganches para remolques , de 10 a 20 kg. de peso unitario.
- masas de ruedas para remolques y acoplados ; de 20 a 40 kg de peso unitario .

c) Otros productos metalúrgicos producidos en la zona. Se trata de la fabricación de pequeñas y medianas series de piezas fundidas de hasta 50 kg. de peso unitario destinada a la producción de artículos tales como eslabones para cadenas , poleas , engranajes , etc.

d) Componentes para máquinas agrícolas .Las características de este rubro aún no están definidas , pero se trata de series medianas de piezas destinadas a la fabricación de maquinas agrícolas de origen local.

## 3 - Antecedentes del mercado

### 3.1 Generalidades

Con el objeto de cuantificar la demanda regional de piezas moldeadas de acero , se diseñó una encuesta dirigida a las industrias de la zona en general y en particular a las industrias metalúrgicas.

El objetivo principal de la encuesta es el de detectar y cuantificar el consumo actual de piezas de acero moldeadas, destinadas a la fabricación de repuestos y para la fabricación de productos metalúrgicos en la zona, respectivamente. Además la encuesta permitirá cuantificar la generación de chatarra de acero de esas industrias y sus precios, los actuales proveedores de piezas fundidas y sus precios. En el Anexo 1 se incluye la mencionada encuesta.

Las empresas a las que se dirigirá esta encuesta, fueron elegidas con la colaboración de los directivos de la Dirección de Industrias de la Provincia del Chaco y se estima que serán unas 40 empresas.

A la fecha solamente se cuenta con los resultados de 11 empresas de la ciudad de Resistencia y sus alrededores, esperándose que en el curso de las próximas semanas se obtendrán los resultados de las demás empresas.

### 3.2 Estimación global de la demanda actual en Resistencia

De acuerdo con los antecedentes disponibles se estima que el consumo actual de piezas moldeadas de acero en la ciudad de Resistencia y alrededores alcanza a unas 35 a 40 toneladas anuales. La estimación se basa en los resultados de la encuesta realizada en la zona, y referido a los años 1973 y 1974 y al consumo esperado para 1975. El Anexo 2 señala los resultados de la encuesta por empresa, por tamaños y calidades de las piezas.

El cuadro siguiente indica los consumos globales estimados para Resistencia en los años 1973, 1974 y 1975.

CUADRO 1

#### CONSUMO DE PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO EN RESISTENCIA, CHACO

<u>SECTOR</u>	<u>Nº DE EMPRESAS</u>	<u>CONSUMO ANUAL DE PIEZAS (en kg.)</u>		
		<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
1 - Repuestos	5	27.747	27.775	29.180
2 - Componentes para remolques y automotores	2	3.910	4.570	5.712
3 - Otros productos metalúrgicos.	2	2.300	3.000	4.200
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>33.957</b>	<b>35.345</b>	<b>39.092</b>

En relación al tamaño de las piezas moldeadas, puede estimarse que un 45 % del consumo total corresponde a pocas piezas de gran tamaño, de 3,5 a 5 toneladas de peso unitario.

El cuadro siguiente señala la estructura del consumo estimado de Resistencia, en función de los sectores usuarios y los tamaños de las piezas.

CUADRO 2

ESTRUCTURA DEL CONSUMO ACTUAL DE RESISTENCIA, CHACO AÑO 1974

<u>SECTOR</u>	<u>CONSUMO ANUAL ESTIMADO ( kg. )</u>				
	<u>Piezas de hasta 1kg.</u>	<u>Piezas de 1kg. a 25kg.</u>	<u>Piezas de 25 kg. a 500kg.</u>	<u>Piezas de mas de 500 kg.</u>	<u>Total</u>
1- Repuestos	1.200	2.675	7.900	16.000	27.775
2- Componentes de remolques y automotores	1.800	2.770	--	--	4.570
3- Otros productos metalúrgicos.	--	3.000	--	--	3.000
<b>Total</b>	<b>3.000</b>	<b>8.445</b>	<b>7.900</b>	<b>16.000</b>	<b>35.345</b>

Cabe destacar que el consumo estimado de piezas de menor tamaño ( hasta 25 kg. de peso unitario ) corresponde en gran medida a piezas que actualmente se suministran ya mecanizadas, situación que debe considerarse al plantearse la posibilidad de captar esta demanda con la instalación de una fundición en la región .

De los resultados de la encuesta , ademas se prevee que la instalación de una fundición de acero en la zona , eventualmente inducirá una demanda adicional . Los resultados de las consultas realizadas se consignan en el Anexo 3. Estos resultados indican que el consumo futuro de las empresas de Resistencia podría elevarse a unas 65 toneladas anuales , considerando solamente las piezas con pesos unitarios de hasta 500 kg.

3.3 Estimación de la demanda global de la Provincia del Chaco

Aún cuando no se conocen los resultados de la encuesta a las empresas del interior de la Provincia del Chaco ni de la Provincia de Corrientes , existen algunos antecedentes que permiten estimar el orden de magnitud del consumo global de la región .

En efecto el estudio reciente " Fabricación de Maquinaria Agrícola " , preparado por la Dirección de Industrias de la Provincia del Chaco , señala que en la provincia hay tres empresas que producen maquinaria agrícola , éstas son las siguientes:

- Anatoli Romaniuk ; San Bernardo,
- El Algodonero ; Sáenz Peña,
- El Vasco S.R.L ; Villa Angela .



De acuerdo con esa fuente de información indicada, la oferta actual de máquinas agrícolas de la Provincia sería la señalada en el cuadro siguiente.

CUADRO 3

OFERTA TOTAL DE MAQUINAS AGRICOLAS DE LA PROVINCIA DEL CHACO

Fuente: Dirección de Industrias de la Provincia del Chaco

<u>MAQUINA</u>	<u>PRODUCCION ANUAL</u> (unidades)
- Pallas de arrastre	144
- Pulverizadores	96
+ - Azadas rotativas	163
+ - Desmenuzadoras de rastrojos	24
- Sembradoras de algodón y cereales	250
+ - Carpidoras y raleadoras de algodón y cereales	180
+ - Rejas para arados	500
- Cultivadoras	300
- Rastras de 24 a 40 discos	170
- Plantadoras	231
- Topadoras	48
- Arados	20
+ - Cuerpos de rastras	10
+ - Reles	10

Del estudio citado anteriormente, cuyo objetivo es un proyecto de ampliación de una de las tres industrias existentes, se desprende que el consumo actual de piezas moldeadas de acero de esa industria, destinado a la fabricación de dos tipos de máquinas: topadoras y arados, alcanzaría a unas 35 toneladas anuales aproximadamente.

De los antecedentes expuestos anteriormente se puede prever que la demanda actual de piezas moldeadas de acero en la región, incluyendo a las provincias del Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones puede alcanzar a unas 100 a 150 toneladas anuales.

Sin embargo cabe señalar que esta demanda podrá captarse con una fundición local, en la medida que se complementa la oferta de piezas moldeadas con el mecanizado correspondiente, ya sea considerando que esta operación sea realizada en la propia planta de la fundición o sub-contratándose estas operaciones en algunos talleres de otras industrias de la región.

3.4 Oferta de piezas moldeadas de acero

3.4.1 Oferta nacional

La producción nacional de piezas moldeadas de acero alcanzó a 56.100 toneladas en el año 1973 (1). En el Anexo 4 se señala una serie histórica de la producción nacional desde 1965 a 1973. De acuerdo con la opinión de un perito de la Cámara de Industrias metalúrgicas, hay unas 40 empresas que producen piezas moldeadas de acero en el país.

(1) Fuente: Centro de Industrias Siderúrgicas, Memoria 1973

### 3.4.2 Oferta regional

De acuerdo con los antecedentes disponibles no existen actualmente fundiciones de acero en la región ( El Chaco y Corrientes). Solamente hay pequeñas fundiciones de hierro gris. La fundición de hierro de mayor capacidad de la región se encuentra en Corrientes, capital de la provincia, su producción está destinada principalmente al mercado nacional de válvulas y accesorios para tuberías sanitarias de gran tamaño.

Las industrias de la zona se abastecen actualmente de fundiciones localizadas en las provincias de Buenos Aires, Santa Fé y de la Capital Federal.

### 3.4.3 Precios de piezas de acero moldeadas

A continuación se presentan algunos ejemplos de precios de piezas moldeadas de acero pagados en el primer semestre del año en curso. ( precios F.O.B. planta )

<u>Nombre de la pieza</u>	<u>Peso de la pieza (kg)</u>	<u>Fecha</u>	<u>Precio (\$/kg.)</u>
- Condensadores de retorta	450	mayo 74	9,60
- Moldes para plomo	92	" "	9,60
- Soportes de rieles	3 a 5	enero 74	20,00
- Accesorios para elásticos ( incluye elaboración mecánica)	0,3 a 6	agosto 74	32,00

Puede considerarse como precios representativos un nivel promedio de \$13 a \$15 por kg. de piezas moldeadas de acero en bruto ( sin mecanizar ), considerando una mezcla de productos de diferentes tamaños. Este nivel de precios corresponde al primer semestre del año, el que presumiblemente será algo superior en la actualidad debido al aumento de los precios de la chatarra y de otros insumos.

## 4 - Disponibilidad de recursos en la Provincia del Chaco

### 4.1 Mano de obra

Aún cuando no hay fundiciones de acero en la región, se considera que este factor no será limitativo para la instalación de una fundición de acero en la zona. Esta afirmación se basa en el hecho que existen en la región fundiciones de hierro con personal ya formado en procesos similares o análogos a los que se requieren en una fundición de acero, y por lo tanto el tipo de trabajo es conocido.

Solamente se prevé que habrá necesidad de recurrir, ya sea la sub-contratación del proceso de fabricación de modelos para fundición fuera de la región (en Buenos Aires, Rosario o Córdoba), o a la incorporación de operarios calificados en esta técnica con experiencia previa. Para el volumen de producción previsto se estima que una o dos personas con experiencia podrían ser suficientes. En igual situación se encuentran algunos otros cargos que habría que suplir, en total en la fundición no excederían de unas 5 o 6 personas (técnico metalúrgico, moldendores, operador del horno).



El resto del personal podría ser entrenado en la propia fundición con personal no calificado de la zona, o cumpliendo una etapa de dos a tres meses de entrenamiento en fundiciones existentes.

#### 4.2 Insumos

##### a) Energía Eléctrica.-

De acuerdo con los informes verbales de directores y técnicos de la Empresa de Agua y Energía de la Provincia y de la Secretaría de Energía de la Provincia, no hay actualmente ni se prevé para el futuro inmediato déficit de energía eléctrica en la Provincia del Chaco. En efecto el suministro actual es servido por un sistema interconectado con la Provincia de Corrientes, que atiende el consumo de Resistencia de propiedad de la Empresa Agua y Energía y que cuenta con una capacidad de 55.000 kw. Por su parte el resto de la provincia es servido por una Empresa Provincial y cuenta con una capacidad instalada de 25.300 kw, adicionales al de Agua y Energía.

La instalación de una fundición de acero del tamaño adecuado para atender la demanda estimada de acero de 150 a 200 toneladas anuales requiere una potencia eléctrica del orden de 300 a 500 kw, según la alternativa que finalmente se adopte.

El costo de la energía eléctrica, incluyendo el costo fijo por la instalación y el consumo de energía para una producción mensual de 15 toneladas de acero, según las tarifas vigentes varía de \$ 0,90 a \$ 1.20 por kWh en Resistencia y de \$ 1,00 a \$ 1.40 en el resto de la provincia.

##### b) Chatarra

En la encuesta realizada a las industrias de la zona se consulta por la generación de chatarra ya sea como despuentes o recortes de productos de acero usados como materias primas o bien por desuso de máquinas, instalaciones o sus componentes. De la información obtenida de 11 empresas de Resistencia y sus alrededores se deduce que sólo en estas empresas encuestadas se generaron en 1973: 110 toneladas de chatarra y se estima ésta alcanzará a 155 toneladas en 1974.

La chatarra de la región de las provincias del Noreste del país ( El Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones), es recolectada por comerciantes especializados y trasladada a las empresas siderúrgicas y fundiciones de otras provincias.

De acuerdo con la opinión de uno de los comerciantes en chatarra de Resistencia, en la zona se recolecta del orden de 300 a 500 toneladas de chatarra de acero, como promedio mensual.

De acuerdo con estos antecedentes, se puede concluir que hay disponibilidad de chatarra en la zona suficiente para abastecer una fundición de acero que se instale en la región.

Los precios de la chatarra de acero han tenido una variación creciente en los últimos meses. El precio actual (Septiembre 1974) se puede estimar que alcanza a \$ 1.90 por kg. puesto en los centros de mayor consumo, vale decir en Buenos Aires. El costo del flete y de carga se puede estimar en \$ 0,20 a \$ 0,25 por kg de chatarra, por lo tanto, se puede estimar que el costo de la chatarra en El Chaco es actualmente del orden de \$1.65 a \$1.70 por kg.

e) Otros insumos .-

En relación a otros insumos para una fundición de acero, la situación puede resumirse del siguiente modo:

- Arena para moldeo : En la zona hay disponibilidades, en calidad y cantidad, apropiadas.
- Betonita, caliza y grafito: En el país hay disponible en cantidad y calidad adecuadas.  
En la provincia de San Juan se encuentran los principales proveedores.

5 - Alternativas Tecnológicas

De acuerdo con los antecedentes disponibles del mercado se pueden considerar una instalación para fundir 250 a 550 kg/hora como capacidad de producción nominal y tamaños de hornos de 500 kg a 1.000 kg. de capacidad máxima de acero.

Los parámetros anteriores implican una capacidad de fusión, dependiendo del tipo de horno que se elija; de 25 a 50 toneladas mensuales en un turno diario o 300 a 600 toneladas anuales, considerando rendimientos que pueden esperarse en las condiciones de una fundición del tamaño indicado.

Para la producción de piezas en pequeñas y medianas series y de piezas a pedido, la planta debería incluir procesos con las características generales que se señalan a continuación:

- Colada de piezas pequeñas (de hasta 25 kg): en cucharas manuales
- Colada de piezas mayores: cucharas del tamaño apropiado accionadas por una grúa puente.
- Preparación de arena: en equipos discontinuos y en forma manual.
- Moldeo: en forma manual para las piezas grandes y con máquinas apisonadoras por percusión para las más pequeñas.
- Vaciado y limpieza de piezas terminadas: en forma manual, para lo cual se requieren herramientas portátiles neumáticas.
- Recocido de piezas terminadas: horno adecuado a la cantidad y tamaño de las piezas fundidas.

En relación al origen de los equipos de la fundición cabe destacarse que con excepción del horno eléctrico, el resto de las instalaciones y equipos se producen en el país. La instalación del horno eléctrico incluyendo el equipo eléctrico, equipo de enfriamiento y otros accesorios también puede ser parcialmente abastecido por la industria nacional.

Dado que la instalación de mayor valor en el conjunto de la planta es el horno eléctrico, se analizan en el Anexo 5 las alternativas tecnológicas que existen para el equipo de fusión de una planta como la propuesta.

De los antecedentes disponibles hasta la fecha sobre el mercado puede concluirse que se requiere una instalación para fusión de acero de las siguientes características generales:

- Tamaño: horno de 500 a 1.000 kg de capacidad.
- Capacidad de producción: Nominal de 250 a 350 kg/hora, que representa una capacidad efectiva de 25 a 50 toneladas mensuales de piezas coladas, en un turno diario.
- Acero a producir: calidad de aceros al carbono de hasta 0,60 % de C y aceros aleados.
- Régimen de trabajo: intermitente.

De acuerdo con lo señalado en los párrafos 5.1 y 5.2 del Anexo 5, existen en la actualidad varias alternativas que satisfacen los parámetros de la planta definida. A continuación se presenta un cuadro resumen donde se señalan las características de las posibles alternativas tecnológicas.

CUADRO 4

CUADRO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE HORNOS ELECTRICOS

<u>TIPO DE HORNO</u>	<u>TAMAÑO</u> kg.	<u>CONSUMO DE ENERGIA</u> kwh/ton.	<u>PRODUCCION NOMINAL</u> kg/hora	<u>POTENCIA ELECTRICA</u> kw
ARCO DIRECTO	1000	920	480	800
ARCO INDIRECTO	675	750	480	400
INDUCCION TF.	500	800	410	350
INDUCCION BF.	750	760	300	250
INDUCCION BF.	800	750	540	440
INDUCCION FM.	500	980	550	300

En relación a la alternativa del horno de arco directo, tal como se señala en el párrafo 5.1 del Anexo 5, en la actualidad no se producen normalmente tamaños como los requeridos para la planta en estudio. Por otro lado, del cuadro anterior se puede concluir que este tipo de horno tiene un consumo específico alto.



En general puede destacarse que los hornos de arco presentan dos aspectos desfavorables adicionales en comparación a los hornos de inducción: el primero consiste en el consumo de electrodos, lo que incide en el costo de operación, y el otro es un inconveniente en el aspecto metalúrgico del proceso de fusión pues al disolverse los electrodos de grafito se produce alteración en la composición química del baño líquido.

Los hornos de inducción de BF. y FM, tal como se señala en el párrafo 5.2 del Anexo 5, mediante el efecto de agitación provocado por las corrientes parásitas asegura una mezcla homogénea del baño líquido. Sin embargo esta característica favorable, en el caso de la fusión de acero, debido a las altas temperaturas que se deben alcanzar (1600 °C), implica un mayor consumo de refractario. El horno de FM. es en ese sentido más económico ya que el efecto de agitación es mayor.

Metalúrgicamente, el horno de inducción presenta en relación a los hornos de arco la ventaja que no presenta posibilidad de recalentamiento local, dado que el calor es generado por inducción en el metal mismo. Esta característica es muy favorable ya que el contenido de gas en el baño fundido es muy bajo, por lo que las piezas coladas son mucho menos porosas.

De los antecedentes expuestos se concluye que para las condiciones de trabajo dadas, la elección del horno debería concentrarse en un horno de inducción del tipo de baja frecuencia, de frecuencia triple o frecuencia media.

La decisión definitiva se debería adoptar al realizar una evaluación técnica-económica de los tres tipos de hornos de inducción. La evaluación económica deberá contemplar un análisis de costes en que se deben considerar los siguientes parámetros: consumo de energía eléctrica, costo de mano de obra, costo de mantención (refractarios) y amortización del capital. Además deberán considerarse algunos otros aspectos tales como financiamiento, servicio técnico en el país y posibilidad de integración de equipo de fabricación nacional.

En relación al tamaño de la planta cabe señalar que sería conveniente considerar la alternativa de estudiar el mercado de algunos productos destinados al mercado nacional. En efecto, aún cuando se considera que la demanda regional justificaría la instalación de una fundición de un tamaño pequeño, por las características de la demanda, pequeñas series y producción a pedido el rendimiento se podría mejorar al considerar la fabricación de una línea de productos terminados, ya sea con equipamiento propio o mediante la complementación con alguna industria metalúrgica de la zona. Entre estas líneas de producción se pueden considerar por ejemplo las siguientes: Válvulas de acero; masas de ruedas para remolques y acoplados; engranajes de acero; etc.



8.- CONSUMO FUTURO DE PIEZAS DE ACERO FUNDIDO.-

(Piezas que se prevé un consumo futuro al disponer de una fundición en la región, ya sea por cambio-de-diseño de piezas actualmente producidas mediante chapas soldadas o estampadas, o por incorporación de nuevas líneas/ de productos).-

Producto al que se incorporará la pieza fundida o nombre de la pieza fundida	Peso aproximado de la pieza (Kg)		Cantidad aproximada de piezas requeridas por año	Consumo de piezas estimado por año ( Kg. )
	de la Menor	de la Mayor		

9.- CALIDAD DE LAS PIEZAS DE ACERO FUNDIDO.-

-(Indicar la calidad de fundición de acero requerida para los consumos/ señalados en los puntos 7 y 8; señalar si se trata de acero de carbono o / aceros de aleación; en lo posible, el tanto por ciento (%) de carbono o el tipo de aleación).-

10.- PROVEEDORES ACTUALES DE PIEZAS FUNDIDAS DE ACERO.-

(Señalar nombre y dirección de las fundiciones a las cuales se les // compra actualmente).-

11.- PRECIOS Y COSTOS DE LOS FLETES DE PIEZAS FUNDIDAS COMPRADAS ACTUALMENTE.-

(Últimos precios para algunas piezas representativas).-

NOMBRE PIEZA	Proveedor (Nombre)	Peso Pieza (Kg.)	Cant. últ. compra Kg.	Precio pagado (Kg.)	Fecha compra	Costo Flete hasta fábrica \$/Kg.



ANEXO 2

ESTRUCTURA DEL CONSUMO ANUAL DE PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO EN RESISTENCIA - CHACO

TIPO DE CONSUMO NOMBRE DEL CONSUMIDOR	CONSUMO ANUAL DE PIEZAS EN BRUTO (EN Kg)												CALIDAD DE ACERO			
	1973					1974					1975					
	TAMAÑO DE LAS PIEZAS				TOTAL	TAMAÑO DE LAS PIEZAS				TOTAL	TAMAÑO DE LAS PIEZAS				TOTAL	
HASTA 1 kg	DE 1 A 25 kg	DE 25 A 500 kg	DE MAS 500 kg.	HASTA 1 kg		DE 1 A 25 kg	DE 25 A 500 kg	DE MAS 500 kg.	HASTA 1 kg		DE 1 A 25 kg	DE 25 A 500 kg	DE MAS 500 kg.			
<u>REPOSICION</u>																
National Lead, Co.	—	—	7600	16.000	23.600	—	—	7200	16000	23.200	—	—	7300	16000	23.300	Al. CR. y SAE 1025-1038
D.C.A.L. (Textil)	1000	700	—	—	1.700	1200	800	—	—	2000	1200	950	—	—	2.150	SAE 1045
CAP.-	—	135	—	—	135	—	155	—	—	155	—	260	—	—	260	SAE 1020-1038
INDUSTRIAL PROVINCIAL	—	1100	600	—	1700	—	1250	600	—	1850	—	1695	1200	—	2895	SAE 1020-1045
MOLINOS RIO DE LA PLATA	—	512	100	—	612	—	470	100	—	570	—	475	100	—	575	SAE 1020-1040-314
<b>SUB-TOTAL -</b>	<b>1000</b>	<b>2447</b>	<b>8.300</b>	<b>16.000</b>	<b>27.747</b>	<b>1200</b>	<b>2675</b>	<b>7.900</b>	<b>16.000</b>	<b>27.775</b>	<b>1200</b>	<b>3380</b>	<b>8.600</b>	<b>16000</b>	<b>29.180</b>	
<u>COMPONENTES DE REMOLQUES Y AUTOMOTORES</u>																
ELASTICOS RESISTENCIA	1.500	1500	—	—	3.000	1800	1500	—	—	3300	2400	1.600	—	—	4.000	FUND. GEIS HALENSLE
PANINKA -	—	910	—	—	910	—	1270	—	—	1270	—	1712	—	—	1712	SAE 1010-1020
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>1500</b>	<b>2.410</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>3.910</b>	<b>1800</b>	<b>2770</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>4.570</b>	<b>2400</b>	<b>3.312</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>5.712</b>	
<u>OTROS PRODUCTOS METALURGICOS</u>																
BIANUCCI ANOS -	—	1800	—	—	1800	—	1800	—	—	1800	—	2500	—	—	2500	SAE 1045-1010-1020
CERNO SAIC	—	500	—	—	500	—	1200	—	—	1200	—	1700	—	—	1700	
<b>SUB-TOTAL -</b>	<b>—</b>	<b>2300</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>2300</b>	<b>—</b>	<b>3000</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>3000</b>	<b>—</b>	<b>4200</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>4200</b>	
<b>TOTAL RESISTENCIA</b>	<b>2500</b>	<b>7.157</b>	<b>8300</b>	<b>16.000</b>	<b>33.957</b>	<b>3000</b>	<b>8.445</b>	<b>7.900</b>	<b>16.000</b>	<b>35.345</b>	<b>3.600</b>	<b>10.892</b>	<b>8600</b>	<b>16.000</b>	<b>37.092</b>	

ANEXO 3

CONSUMO FUTURO ESTIMADO DE PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO EN RESISTENCIA

<u>Tipo de consumo y nombre del consumidor</u>	<u>Calidad del acero</u>	<u>Consumo anual estimado (kg)</u>		<u>Total</u>
		<u>Tamaño de las piezas</u>	<u>Total</u>	
		<u>Hasta 1 kg.</u>	<u>de 1 kg. a 25 kg.</u>	<u>de 25 kg. a 500 kg.</u>
<u>1-REPOSICION</u>				
National Lead Co.	Alación al cromo	-	-	1700
U.GAL. (textil)	SAE 1045	1200	17950	-
GAP	SAE 1010-1038	-	260	-
VIALIDAD PROVINCIAL	SAE 1020-1045	-	1695	1200
Molinos Rio de La Plata	SAE 1020-1040-3140	-	580	100
SUB-TOTAL		1200	20485	8600
<u>2-Componentes para Remolques y Automotores</u>				
Elasticos Resistencia	Fund. Gris Maleable	2400	1600	-
Paninka	SAE 1010-1020	-	1712	-
Montenorte	SAE 1010-1020	-	6300	7200
Tine	SAE 1010-1020	-	10000	-
SUB-TOTAL		2400	19612	7200
<u>3- OTROS PRODUCTOS METALURGICOS</u>				
Bianucci Hnes.	SAE 1045-1010-1020	-	2500	1020
Cerco SAIG		-	1700	-
SUB-TOTAL		-	4200	1020
TOTAL		3600	44297	16820

Fuente: Encuesta realizada a las industrias. (Pregunta Nº 8 )

ANEXO 4

PRODUCCION NACIONAL DE PIEZAS MOLDEADAS DE ACERO

<u>Año</u>	<u>Producción de acero crudo</u> ( toneladas )
1965	23.800
1966	21.200
1967	21.700
1968	25.700
1969	31.700
1970	38.500
1971	42.300
1972	48.800
1973	56.100

Fuente: Centro de Industriales Siderúrgicas - Memoria 1973 -  
(Cuadro 10).

ANEXO 5

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS HORNOS ELECTRICOS PARA FUSION DE ACERO .

En la actualidad hay dos grandes clases de hornos eléctricos que se utilizan para la fusión de aceros y fundición ferrosa; estos son los hornos de arco y los hornos de inducción.

5.1 Hornos de arco

Los hornos de arco como su nombre lo indica, producen el calor requerido para fundir el material que será procesado, (en estos casos chatarra de acero) mediante radiación de un arco voltaico a través del aire, el que se forma por el paso de la corriente eléctrica a través de conductores especiales llamados electrodos (generalmente de grafito), el arco voltaico se forma ya sea entre dos electrodos o entre electrodos y la masa a fundir. El primer caso corresponde al tipo de horno de arco indirecto y el segundo constituye el tipo de arco directo.

Los hornos de arco directo son los más modernos y se clasifican en monofásicos y trifásicos.

La forma genérica de los hornos de arco directo es la de un recipiente cilíndrico con fondo abombado, cerrado por la parte superior por una bóveda en forma de cúpula a través de la cual se introducen los electrodos generalmente dispuestos en triángulo equilátero. Su envoltura metálica cilíndrica constituye por elle la estructura externa del recipiente de fusión que bascula en dos sentidos sobre guías, mediante órganos mecánicos o hidráulicos.



Sobre la masa envolvente van montados los portaelectrodos. La bóveda desmontable puede ser fija o rotativa. Los electrodos montados sobre apropiados soportes portacorriente y convenientemente refrigerados con agua, entran en el horno en posición vertical a través de la bóveda. Los electrodos son consumidos por efectos del arco voltaico que salta entre éstos y la carga metálica.

El revestimiento interno del recipiente de fusión está formado generalmente por 3 capas de material refractario, la primera de las cuales está constituida por materiales aislantes hacia el exterior; la segunda intermedia es de masa apisonada silico-aluminosa y la última externa de refractarios de forma o masa refractaria apisonada de calidad apropiada al metal a fundir; ésta última está hoy más difundida y puede ser de calidad ácida, básica o neutra, según el proceso metalúrgico que debe realizarse en la carga.

Los hornos de arco se construyen para capacidades medias, grandes y muy grandes. El cuadro siguiente indica algunas características de hornos de capacidad media y grande.

CUADRO I

CARACTERISTICAS DE LOS HORNOS DE ARCO DIRECTO EN FUNCION DE LA CAPACIDAD (1)

Capacidad del horno kg.	Potencia kw.	Diámetro electrodos mm.	Producción de acero kg/ hora	Consumo de energía eléctrica kwh/ tonelada
500	500	100	240	920
1.000	800	120	480	920
1.500	1.000	150	640	920
3.000	1.500	200	720	860
5.000	2.500	250	1.840	860

Los hornos de arco directo no requieren la instalación de condensadores refasadores de la corriente eléctrica ya que trabajan en promedio con un factor de potencia que varía entre 0,70 y 0,90.

En la actualidad los hornos de arco son usados en acerías en combinación con máquinas de colada continua, en la elaboración de acero. Otra aplicación es en la producción de acero para piezas moldeadas; en la elaboración de aceros especiales y aleaciones de acero. En el primer caso se usan unidades de gran tamaño, y de tamaños medianos. En la segunda aplicación se usan unidades de menor capacidad; los que también últimamente se usan en fundiciones de hierro gris. Actualmente son pocos los fabricantes de hornos que ofrecen unidades de este tipo en tamaños menores a los 1.500 kg.

Los hornos de arco indirecto que tienen aplicación práctica en la actualidad son los hornos cilíndricos oscilantes con electrodos retractables. Este horno está constituido por un cilindro metálico que gira sobre rodillos, en cuyos extremos hay dos agujeros concéntricos al eje de rotación. Sobre tal eje se encuentran dos electrodos de grafito, sostenidos por sus extremos por soportes desli-

zantes. Entre ambos electrodos salta un arco voltaico, el que por radiación calienta y funde la carga del horno. Los electrodos no toman contacto con el baño fundido, lo que permite mantener la carga limpia y libre de contaminaciones. La acción oscilante del horno permite la agitación del baño fundido lo que asegura una mezcla uniforme homogénea. Tanto la acción oscilante del horno como el movimiento deslizante de los electrodos son controlados automáticamente. La instalación del horno comprende, además de éste, un transformador monofásico que alimenta a los electrodos.

Estos hornos se construyen en capacidades pequeñas y medianas, desde 5 a 5.000 kg., y se utilizan para fundir aleaciones tanto ferrosas como no ferrosas. El cuadro siguiente indica las características de algunos tamaños de hornos de arco indirectos oscilantes.

### CUADRO II

#### CARACTERÍSTICAS DE HORNOS OSCILANTES DE ARCO INDIRECTO (2)

(Basado en la operación de un turno diario)

Capacidad nominal (kg)		Potencia	Producción	Consumo de
Carga fría	Carga caliente	(kw)	de acero (kg/hora)	energía eléctrica (kwh/ton)
230				
230	340	150	165	750
320	570	175	250	690
675	1.350	400	480	750
1.350	2.700	600	630	700

#### 5.2 Hornos de inducción

Los hornos de inducción, así llamados debido a que la corriente eléctrica que genera el calor es obtenida por inducción electromagnética, la que se manifiesta en la misma masa a fundir. Estos hornos se dividen en tres grupos, atendiendo a la gama de frecuencia de la corriente eléctrica empleada por ellos; estos grupos son los siguientes:

- a) Hornos de frecuencia media (300 a 10.000 c/seg) FM.
- b) Hornos de alta frecuencia (20.000 c/seg. o más) AF.
- c) Hornos de baja frecuencia, frecuencia industrial o frecuencia de línea. (50 o 60 c/seg.) BF.

En relación al estudio de la fundición que nos preocupa, nos referiremos solamente al primer y tercer grupos de hornos, vale decir a los hornos de frecuencia media (FM) y a los de baja frecuencia (BF).

Los hornos de baja frecuencia a su vez se clasifican en hornos con canal y hornos sin canal. Los primeros tienen algunas limitaciones entre las que destaca el hecho de que no pueden vaciarse por completa, sino que debe dejarse siempre en la solera cierta cantidad de metal fundido, suficiente para llenar los canales secundario y mantener así el circuito del transformador (inductor) siempre cerrado. Esto limita el empleo de estos hornos en los casos en que se deba cambiar con cierta frecuencia el tipo de aleación, así como en los casos de funcionamiento intermitente.



Los hornos de baja frecuencia sin canal están constituidos por una coraza metálica volteable por medios mecánicos o hidráulicos en cuyo interior van montados los órganos inductores que son la parte esencial del horno. Estos son : la bobina primaria o bobina inductora , los núcleos magnéticos y el recinto de fusión , que es un recipiente vertical de material refractario . Los hornos mas modernos de baja frecuencia , se fabrican en tamaños desde 800 kg. hasta unas 30 toneladas , son monofásicos , y dado que su potencia es siempre superior a 250 kw. , no pueden ser alimentados directamente por la red de alta tensión ni de baja tensión . El desequilibrio que ello provocaría no es admitido por las normas generales de suministro de energía eléctrica de las compañías distribuidoras , pero ademas otras consideraciones de carácter técnico y económico por parte del usuario desaconsejaría tal alimentación . Para obviar el inconveniente es necesario la inserción de un equilibrador estático o rotatorio que cuida de distribuir equitativamente en las tres fases la corriente monofásica absorbida por el horno .

La instalación de un horno de baja frecuencia requiere ademas una batería de condensadores refasadores de capacidad variable , en atención a que la corriente que absorbe el horno está fuertemente desfasada sobre la tensión y su factor de potencia no resulta superior a 0,25 . La potencia del horno se regula mediante un auto-transformador , cuando la alimentación es en baja tensión o bien un transformador , cuando la alimentación se hace en alta tensión .

Tambien se han desarrollado los hornos de baja frecuencia alimentados por frecuencia de 150 c/seg. o triple frecuencia , utilizando para este fin un transformador especial llamado triplicador de frecuencia , cuyo primario es alimentado por la red trifásica a 50 c/seg. en tanto en el secundario monofásico se tiene una frecuencia tres veces mayor , o sea 150 c/seg. Existen otras variantes de este esquema , donde el triplicador de frecuencia está constituido por un reactor de hierro saturado (patente norteamericana) .

Las características de funcionamiento de los hornos de baja frecuencia ( 50 c/seg. ) son las siguientes :

- la potencia plena del horno puede ser absorbida en la última fase de la fusión ( crisol lleno),
- el factor de potencia en la línea oscila entre 0,40 y 0,45 , en tanto que el del horno varía entre 0,12 y 0,20;
- el rendimiento practicamente se mantiene constante entre 0,70 y 0,75.

En los hornos de baja frecuencia , sin canal , la corriente eléctrica absorbida por el horno recorre una bobina inductora , donde el flujo alterno reviste a la masa metálica a calentar , generando en ella corrientes inducidas , llamadas corrientes de Foucault o corrientes parásitas , dado que estas corrientes no tienen circuito que recorrer , vuelven sobre si mismas , generando calor . Este flujo y estas corrientes dan lugar, a su vez , a un movimiento rotatorio vertical en la masa fundida , con la formación de una fuerza corrosiva en el fondo del crisol y una protuberancia que sale a la superficie llamada comunmente "domo".

Las características de los hornos de inducción de baja frecuencia sin canal y triple frecuencia en capacidades de hasta 1.500 kg. se consignan en el cuadro siguiente .

CUADRO III

CARACTERISTICAS , PRODUCCION Y CONSUMOS DE HORNOS DE INDUCCION DE BAJA FRECUENCIA Y FRECUENCIA TRIPLE DE HASTA 2000 KG (3)

<u>Capacidad del horno</u>	<u>Potencia</u>	<u>Producción de acero</u>	<u>Consumo de energía eléctrica</u>	<u>Frecuencia</u>
(kg)	(kw)	(kg/hora)	(kwh/tonelada)	( c/seg.)
250	200	220	850	150
500	350	410	800	150
1.000	600	760	750	150
1.500	900	1.200	720	150
750	250	300	760	50
800	440	540	750	50
1.300	500	670	700	50
2.000	740	1.050	600	50

Los hornos de frecuencia media tienen una construcción muy similar a los hornos de baja frecuencia sin canal , la única diferencia constructiva reside en el hecho de que los primeros carecen de núcleo magnético . Esto se debe exclusivamente a la diferencia de los valores de las frecuencias a que se hacen funcionar los dos tipos de hornos . Hay una diferencia sustancial entre el horno de baja frecuencia sin canal y el horno de frecuencia media en el circuito de alimentación , pues este último tiene , en lugar del equilibrador estático o del triplicador de frecuencia , el grupo de frecuencia para su conversión , que puede ser: un convertidor rotativo , un convertidor estático ( ampolla de mercurio ) o un generador electrónico . El primero es el mas empleado , mientras que el tercero recientemente está empezando a utilizarse .

Las frecuencias utilizadas para estos hornos oscilan entre 500 y 10.000 c/seg. y dependen de las dimensiones del crisol , de las de la bobina y de las características básicas del metal a fundir . En el cuadro siguiente se ilustran los tipos mas usados en la actualidad , en capacidades de hasta 1.500 kg. Las capacidades y consumos señalados en el cuadro IV se refieren al acero especial dado que para otros metales el empleo de este tipo de horno no es conveniente tanto por la fuerte inversión , derivada de su precio de compra , como por el alto costo de operación . La existencia del grupo convertidor reduce su rendimiento a 0,55 - 0,58 %.

CUADRO IV

CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS MAS USADOS DE HORNOS DE FRECUENCIA MEDIA PARA ACERO ESPECIAL (4)

<u>Capacidad</u>	<u>Potencia</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Tensión</u>	<u>Producción</u>	<u>Consumo de energía eléctrica</u>
(kg)	(kw)	( c/seg)	(volts)	( kg/hora)	(kwh/ton)
200	100	2.000	1.200	100	1.000
1.000	500	1.000	700	550	950
1.500	700	800	500	750	920



Sin perjuicio de lo expresado anteriormente, cabe destacar que recientemente se han desarrollado hornos de frecuencia media de hasta 16 toneladas de capacidad para la fusión de hierro gris, equipados con convertidor estático de frecuencia (convertidor de frecuencia a tiristores), lo que señala una tendencia del horno tendiente a invadir el campo de los hornos de baja frecuencia. En efecto se ha logrado un rendimiento de 96% en el convertidor de frecuencia y un consumo específico de sólo 570 kWh/tonelada, para el tamaño indicado anteriormente, con una potencia de 4.800 kw. (5)

Algunas de las ventajas que presentan estos hornos son las siguientes:

- La concentración de potencia puede ser mayor que en el horno de baja frecuencia, lo cual quiere decir que una producción dada puede ser alcanzada en un horno de menor tamaño, lo que conduce a un ahorro debido al menor dimensionamiento de la instalación completa.
- Se logra un menor costo de refractarios, debido a la disminución del tamaño para una determinada producción y porque el movimiento del baño líquido es menor.
- Tiene mayores facilidades para iniciar la carga del horno con cualquier tipo de material, en comparación con el horno de frecuencia baja.

- 
- (1) Fuente: Elio Calamari; Hornos Electricos de Fusión, Editecnia Madrid, 2ª Edición, 1970.
  - (2) Fuente: Hornos eléctricos Detroit Rocking, Bulletin 6012
  - (3) Fuente: Información proporcionada por fabricantes de hornos y sujetos a tolerancia de mas 10% y menos 10%.
  - (4) Fuente: idem (1)
  - (5) Fuente: Asea Journal, Volume 47, Nº 2, 1974.