



# CONTACTO

Revista del Departamento de **METALURGIA**  
**UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO - FACULTAD DE INGENIERIA**



# KUPFER CONCEPCION LTDA. C.P.A.



LINCOYAN 601 — CASILLA 127 — FONO 22287

TELEX: 60067

CONCEPCION — CHILE

## PROVEEDORES DE LA INDUSTRIA

- Aceros especiales y al carbono, importados y nacionales, de secciones y de formas diversas, ya sea en barras, planchas y piezas especiales obtenidas por procesos de trefilado, corte al oxígeno o forjadas.
- Cables de Acero Prodinsa — Productos Industriales Insa — Empaquetaduras industriales — Barras y Planchas de Latón, Cobre y Aluminio Madeco — Bronces — Fierro Fundido — Crisoles y Otros Implementos.
- Representante y distribuidor de Messer Griesheim en las líneas de Electrodores especiales para soldaduras — Equipos y Soldaduras para el soldado autógeno — Máquinas manuales y automáticas para oxicorte — Equipos y Máquinas para soldadura eléctrica por sistema TIG-MIG-Plasma-Resistencia y Arco Sumergido.
- Representante de Industrias productoras de materias primas — Plantas y Equipos para la Industria.
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos y Metalográfico.
- Asesoría técnica a la industria.

## INGENIERIA Y EQUIPOS LTDA. — INGEQUIP



TORRES DE TAJAMAR TORRE A DEPTO. 403  
CASILLA 16091 TEL. 499044 TLX 40524  
SANTIAGO CHILE

### REPRESENTANTES DE:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ● G. R. STEIN             | LADRILLOS REFRACTARIOS                                       |
| ● ALLIS CHALMERS CORP.    | BOMBAS EQUIPO ELECTRICO MAQUINARIA DE PROCESO VALVULAS, ETC. |
| ● BROOM AND WADE          | COMPRESORES ESTACIONARIOS PORTATILES HERRAMIENTAS NEUMATICAS |
| ● MARICHAL KETIN          | RODILLOS LAMINADORES   |
| ● JEFFREY MFG. CO.        | MOTORREDUCTORES ALIMENTADORES CADENAS                        |
| ● ROLLS ROYCE MOTORS LTD. | MOTORES DIESEL MARINOS E INDUSTRIALES SERVICIO Y REPUESTOS   |
| ● WORthington PUMP CO.    | BOMBAS VERTICALES  |
| ● PETBOW LTD.             | GRUPOS ELECTROGENOS Y SOLDADORAS                             |

# contacto

FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO  
MARZO 1977

## SUMARIO

Control Automático en Siderurgia.

La Pirometalurgia del Cobre y su parentesco con la Siderurgia.

Criterios de Selección de Inversiones para reemplazo de Equipos.

La Metalurgia Extractiva.

Prodigo Rojo.

Condiciones Deseables para un Horno de Fusión de Concentrados de Cobre.

Maestros.

¿El Arte Abstracto y el Metalurgista?

Etapa Inicial de Perforación costa afuera en el Estrecho de Magallanes. (PROYECTO GENTILEZA DE ENAP.)

Notas Breves del Departamento de Metalurgia.

El Desafío Minero en el Carbón Chileno.

## Dos Palabras

*La primera edición de nuestra revista ha tenido la virtud de satisfacer anhelos largamente esperados por la gran familia Metalurgista que labora tanto en el campo Industrial como en la Investigación y Docencia.*

*Pareciera que el paso más difícil es el primero, el que sigue lo es tanto o más que el anterior, pero una vez dado, se ha logrado un caminar seguro y continuo. La prueba más evidente lo constituye este segundo número de "CONTACTO"*

*Gracias a la colaboración de nuestros colegas, podemos hoy entregar un variado material que estamos ciertos cumple con los objetivos de la revista.*

*Deseamos reiterar que estas páginas están abiertas a toda idea o iniciativa que tienda a fortalecer este vínculo de unión llamado CONTACTO"*



DEPARTAMENTO  
DE METALURGIA  
FACULTAD DE  
INGENIERIA  
UNIVERSIDAD  
TECNICA DEL  
ESTADO



Director:

Dr. JORGE GARIN C.

Sub-Director:

Ing. RAUL RAMIREZ S.

Colaboran en esta  
Edición:

Dr. Nelson Santander  
Ing. Rodolfo Reyes  
Sr. Juan Valencia  
Ing. Braulio Flores  
Ing. Jaime Lafourcade  
Ing. Fernando Díaz  
Sr. Sergio Encalada



Nuestra Portada:

Curiosidades de la Metalografía. Morfología extraordinaria de un cristal de Si precipitado en una aleación de Al — 12% Si utilizada en una investigación realizada en el Departamento de Metalurgia.



IMPRENTA EDITORIAL  
TECNOIMPRES  
LORD COCHRANE 1133  
TELEFONO 567345  
SANTIAGO

EQUIPOS DE PERFORACION

## DRILLCO Ltda.

PARA MINAS CANTERAS OBRAS CIVILES  
MUESTREOS GEOLOGICOS

FABRICACIONES: Wagon drills sistema  
down the Hill E Carros Decauville — Car-  
gadores de Anfo — Ventiladores — Acopla-  
mientos — Abrazaderas — Fundidos en  
bronce.

REPRESENTACIONES: Stenuick. E. J. Long  
Year. Mimetesa. Furukawa. Equipos Down.  
The Hole. Sondas de diamantes, brocas y  
barrenas perforadoras.

**TALLER: TELS. 212039-214642  
LAS DALIAS 2950 — ÑUÑOA**

**OFICINA: TEL. 715268 - MONEDA 812  
OFICINA 1101 — SANTIAGO**



FABRICACION DE ESTRUCTURAS  
METALICA PESADA, LIVIANA, GALPONES  
PERFILES SOLDADOS, ESTANQUES, MONTA-  
JES ESTRUCTURALES MECANICOS, ELEC-  
TROMECANICOS, ARRIENDO DE PERSONAL  
Y EQUIPOS, SERVICIOS INDUSTRIALES

Maestranza y Oficinas:  
CASTELLON 1354-1354 FONO 29057  
CONCEPCION

**FORESTAL  
SAN VICENTE LTDA.**



**Fundo  
"EL CARMEN"  
Planta Florida  
Casilla 20 - Fono 25  
Ortiz de Rozas 040  
FLORIDA**

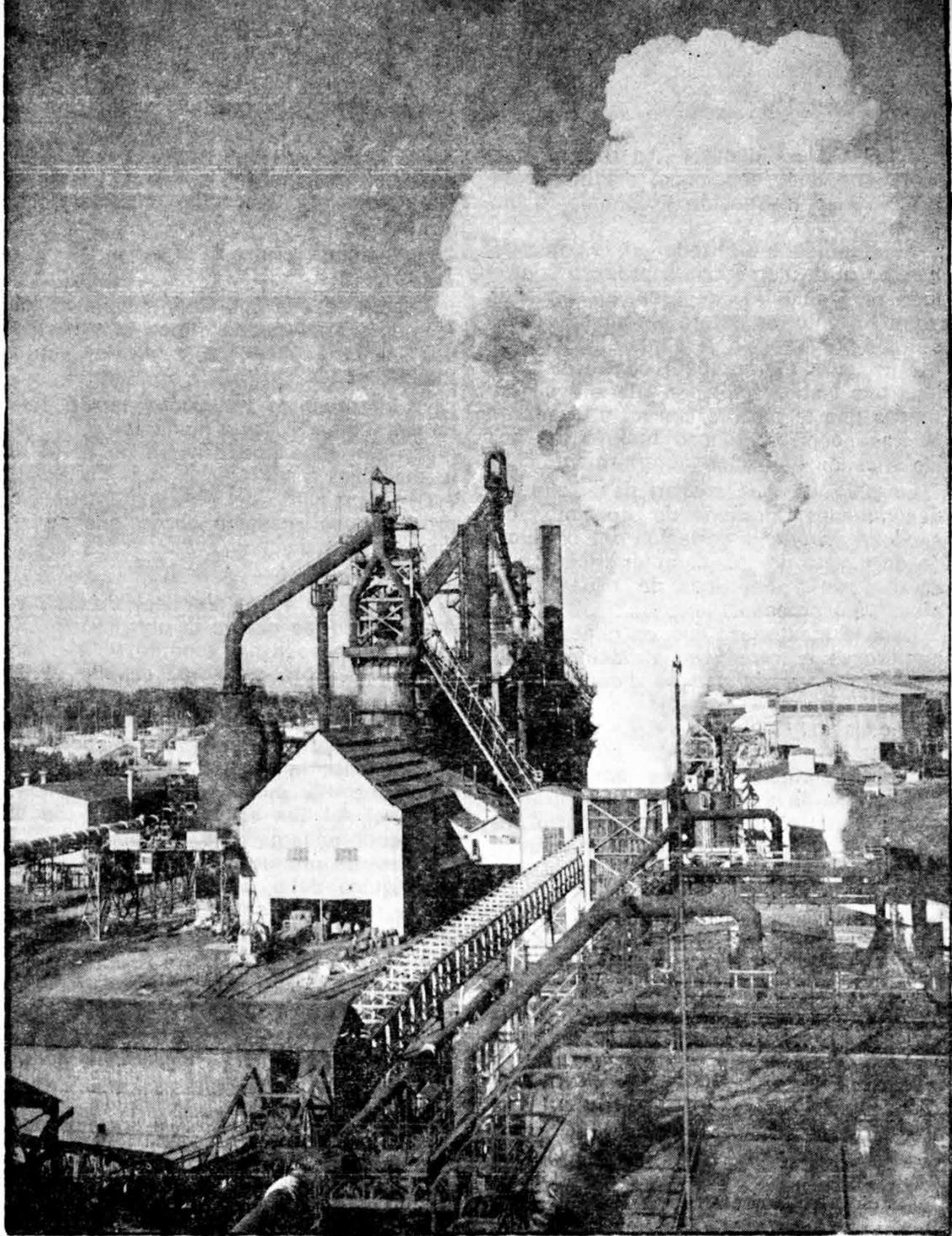
---

**OFICINAS**  
**Tucapel 545 - Oficina 16  
Fono 26114 - Casilla 1032  
CONCEPCION  
CHILE**

**MANGANESES  
ATACAMA S. A.**

**AGUSTINAS 1022 — OF. 920**

**SANTIAGO**



# Control Automático en Siderurgia

JAIME LAFOURCADE J.  
Ingeniero Civil  
Metalúrgico

## 1.— Introducción

1.1.— **Generalidades.**— La palabra control tiene dos acepciones, significa comprobación o inspección y dominio o supremacía.

El significado utilizado en los que sigue es el de dominio. Un proceso controlado será sinónimo de proceso dominado y por lo tanto, se estará obteniendo el resultado previsto. Se verá que el primer requisito para ejercer este control es realizar una comparación. Se puede decir entonces que la palabra control utilizada en la frase control Proceso incluye los dos significados indicados anteriormente.

En 1924, W. A. Shewhart desarrolló los denominados "gráficos de control", basándose en que la variación del producto (o de alguna de sus características) puede deberse a dos tipos de causas que afectan al proceso:

Causas aleatorias: que en general, son numerosas e introducen variaciones pequeñas. La variabilidad se dice normal o natural.

Causas asignables: se trata de causas aisladas, o en muy pequeño número, que provocan variaciones más amplias que los límites de variación normal.

Para construir un gráfico de control, es necesario conocer la desviación estándar del proceso libre de causas asignables.

Este tipo de control se denomina "Estadístico" y consiste básicamente en una comparación o comprobación. La corrección o modificación del proceso, para hacer que sus resultados vuelvan a colocarse dentro de los límites normales, que es la acción que materializa el dominio sobre el proceso, es realizada por el operador con desfase de tiempo que puede ser tan grande que puede inutilizar la acción correctiva o, incluso, causar un desajuste mayor que el que la provocó.

El Control Automático posibilita ejecutar acciones correctivas en tiempo oportuno, lo que hace ser notablemente efectivo.

Las aplicaciones de Control Automático son cada vez más frecuentes en Siderurgia, incluso en instalaciones o equipos durante años han operado en forma (en instalaciones nuevas, el computador de control procesos viene incorporado al concepto de diseño y es posible que los fabricantes de equipos no puedan proporcionar un laminador o acería a controlar

normalmente, excepto si son "pequeños").

En las secciones siguientes se indican nociones básicas sobre Control Procesos y ejemplos de aplicación en siderurgia.

## 2.— Nociones Básicas

Considérese la operación mecánica más elemental que pueda tener que realizar una máquina: hacer coincidir los puntos materiales "X" y "A"

"X" representa un punto móvil (que puede ser parte de la máquina) y "A" un punto fijo (que puede ser o no parte de la máquina)

Desde el punto de vista matemático, el problema se resuelve desde que se reduce a la ecuación:

$$X - A = 0$$

el matemático no se preocupa de las condiciones en las cuales la obtención de la igualdad se realizará efectivamente. Este problema le preocupa, en cambio, a la "ciencia del control y comunicación en el animal y en la máquina" (cibernética)

Desde el punto de vista del cibernético, la ecuación no estará resuelta sino hasta que el punto X esté **efectivamente** sobre el A (que es la operación de la cual está encargada la máquina).

Antes de producirse la igualdad física, la máquina debe considerar los puntos donde realmente están y la distancia "D" que los separa en ese instante; luego la relación

$$X - A = D$$

constituye una igualdad en cualquier instante, es decir, se tiene una identidad.

La operación de la máquina tiene por objeto anular D, es decir

$$D \longrightarrow 0$$

esto lo realiza aplicando una fuerza en X que lo hace avanzar hacia A. Pero esto no es suficiente, también es necesario detenerlo cuando sea

$$D = 0$$

Para esto es necesario suponer que los puntos "X" y "A" emiten señales (lo cual se puede realizar mediante "sensores" que transformen las magnitudes físicas de "X" y "A" en magnitudes "análogas" "x" y "a") la diferencia entre la señal "a", denominada señal de entrada y la señal "x", señal de salida,

$$x - a = d$$

constituye la señal de error "d", denominada también tensión de error, que representa la diferencia "D".

Las señales "a" y "x" entran a un comparador "C" que envía la señal de error "d" a la entrada del motor. El sistema, que está integrado ahora por la máquina, los sensores y el comparador, es representado por el siguiente sistema de relaciones

$$\begin{array}{ll} x & A = D \\ & x - a = d \\ D \rightarrow 0 & d \rightarrow 0 \end{array}$$

El principio de funcionamiento del servomecanismo es entonces evidente: la señal "d" excita al motor hasta que se anula. La aproximación de "X" y "A" se hará asintóticamente, en un solo sentido o mediante un movimiento de vaivén.

En general, se puede decir que el proceso avanza por aproximaciones sucesivas y que hay un tiempo de respuesta del sistema.

**2.1.— Control Procesos.**— En algunos casos es posible utilizar como "comparador" y emisor de la señal de error, alguna propiedad de un elemento, que entonces se integra a la máquina y la "automatiza" (como ocurre por ejemplo, en un circuito de calefacción con el termostato). Este tipo de automatización es necesariamente limitado. La automatización, en el sentido empleado en este trabajo, no está limitada al hallazgo de un elemento o una propiedad "homeostática" (\*). En realidad su característica esencial es que utiliza un computador para cumplir la función de control, lo cual hace que prácticamente no existan límites, salvo los económicos.

Son las características de los computadores modernos (gran capacidad de memoria y gran velocidad de cálculo), las que permiten lograr la automatización de procesos siderúrgicos extremadamente complejos (Alto Horno, Acería, Laminadores) y concebir en un futuro cercano, una automatización completa desde la recepción de los clientes hasta el despacho de los productos terminados.

Esta automatización completa implica la integración de una red de computadores que controlen:

- el aprovisionamiento de materias primas y repuestos.
- la programación de la producción y de los inventarios de productos en proceso y terminados.
- los procesos de producción y la mantenimiento de los equipos.
- el registro y manejo de la información para la administración de la empresa.

La iniciación de un programa tendiendo a la automatización de alguno de estos sistemas, puede considerarse como una tentativa de mejorar los resultados obtenidos por el "equipo humano" pero también puede llegar un momento en que el tamaño y la complejidad del sistema sea tan grande, que sencillamente no sea manejable sin el auxilio de computadores. Cualquiera que sea el caso, debe tenerse presente que se trata de una tarea demorosa, que exige la colaboración interdisciplinaria de numerosos especialistas y que está sujeta frecuentemente a retrocesos motivados por factores cuya importancia fue mal apreciada inicialmente o, sencillamente, no se consideró.

En relación al control procesos, en el sentido de control total o computarizado, es necesario cumplir previamente los siguientes requisitos:

**2.2.— Objetivos de la automatización:** Estos objetivos deben ser establecidos claramente desde el principio y es particularmente importante diferenciarlos por etapas.

Cronológicamente, el primer objetivo debe ser la obtención **regular** de la calidad especificada.

El segundo objetivo es un aumento de la productividad, mediante la utilización **regular** de las posibilidades que ofrecen las potentes instalaciones modernas.

El tercer objetivo es integrar el control de los procesos a nivel usina y a nivel empresa para optimizar la productividad y la satisfacción **oportuna** de las necesidades de los usuarios.

Como se puede apreciar, estas etapas siguen un orden absolutamente lógico, ya que el proceso no podría considerarse "controlado" si no es capaz de obtener el producto de la calidad especificada. Una vez alcanzado el primer objetivo, el segundo resulta como una consecuencia inevitable de la aplicación regular, libre de fatigas y estados de ánimo del opera-

(\*) homeóstato: dispositivo de control para mantener alguna variable entre límites deseados.

dor humano, de consignas de operación que pueden ser dadas en tiempo oportuno para sacar partido de las velocidades y potencias disponibles actualmente en la mayoría de los equipos modernos y que, generalmente, sobrepasan la capacidad y reflejos del hombre para controlarlos eficientemente.

**2.3.— Conocimiento del proceso:** Este es un requisito básico y obvio. Tal vez sea necesario indicar que los conocimientos que se tiene de un proceso antes de su automatización se demuestran tan insuficientes y fragmentarios que, generalmente, se requiere iniciar un extenso plan de registro y análisis de información, problema en el cual el computador representa una ayuda considerable.

Este preestudio conduce a la formulación de un "modelo matemático" que permitirá al computador calcular la función a controlar y emitir la señal de error u orden de ajuste.

Previo a esta utilización del modelo, es necesario verificar que éste represente efectivamente al proceso, lo que se hace mediante "simulaciones" las que, además, permiten ajustar el valor de los parámetros correspondientes a la instalación de que se trate.

En esta etapa puede ocurrir que se encuentre que el estudio previo es suficiente para obtener un alto porcentaje del progreso deseado y que la automatización completa resulta muy cara en relación al suplemento por obtener. En este caso, el preestudio puede dar por resultado la emisión de normas de fabricación y/o mantención o la instalación de computadores "pequeños" encargados de algunos cálculos o de controlar parte de la instalación o proceso.

**2.4.— Medición de las variables:** La precisión con la que se puede medir una magnitud determinada tiene tanta o más importancia que el valor numérico de la medida obtenida. De hecho existe interdependencia entre la precisión con que se pueden medir las variables de un proceso y el conocimiento que se puede llegar a tener de él.

Se establece entonces un compromiso entre el modelo matemático teórico y un modelo matemático "simplificado" que se puede utilizar. El modelo simplificado

se establece después de estudiar la imprecisión resultante sobre la variable a controlar, causada por las imprecisiones de las diferentes mediciones.

Pueden existir mediciones cuya precisión es aceptable, otras que es necesario y posible mejorar y otras en que no es posible esperar a corto plazo, la obtención de un grado de precisión aceptable. En este último caso es necesario modificar el modelo matemático de manera de eludir la utilización de tales mediciones.

En realidad la "potencia" del modelo, o la probabilidad de que el modelo represente "matemáticamente" al proceso, depende directamente del grado en que las mediciones, correspondientes a las señales de entrada y salida utilizadas, puedan realizarse en forma simple y precisa.

### **3.— Ejemplos de aplicación del Control de Procesos en Siderurgia.**

**3.1.— Alto Horno:** Los Altos Hornos modernos son verdaderos gigantes, que deben tratar grandes cantidades de materias primas para proporcionar el arrabio especificado; en calidad y cantidad, por las acerías.

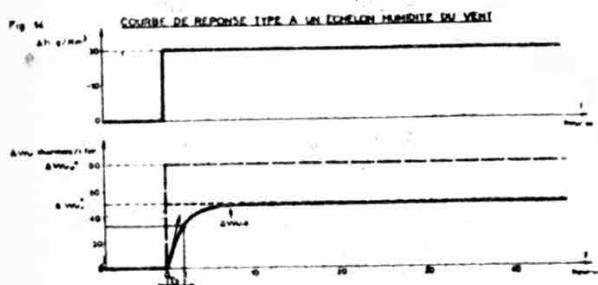
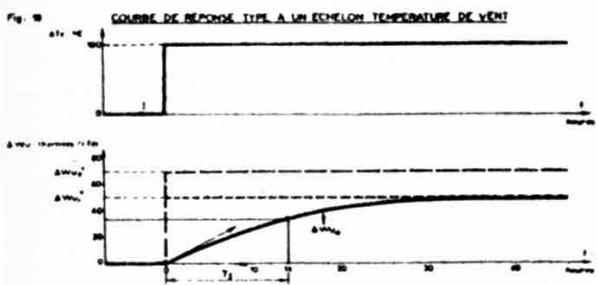
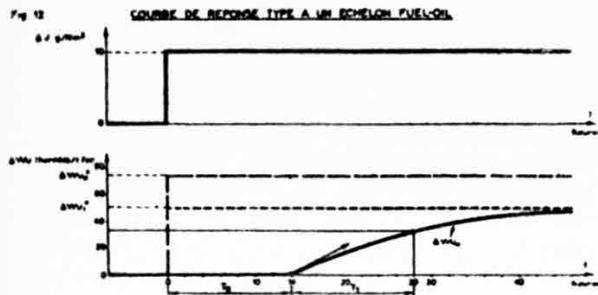
Una característica que actualmente es perentoria, del hecho que ya no se construyen mezcladores, es que el Alto Horno debe cumplir las especificaciones con regularidad; de otro modo la acería verá afectada desfavorablemente su productividad.

Con el objeto de obtener la regularización de los coladas, se desarrollaron las técnicas de preparación de la carga (hasta llegar en algunos hornos a cargar 100% de aglomerado) y del acondicionamiento del viento.

No obstante, para lograr un control eficaz es necesario además tener un conocimiento del proceso que permita ejercer correcciones adecuadas y oportunas.

**3.1.1.— Modelo Estático:** Por medio de sondajes se ha constatado la existencia de zonas, denominadas "de reserva", donde se alcanza prácticamente el equilibrio térmico y químico entre los sólidos descendentes y el gas reductor ascendente.

El modelo matemático en régimen permanente consiste en establecer un balance de oxígeno y un balance térmico en un



plano que esté contenido simultáneamente en ambas zonas de reserva. El modelo matemático, o sistema de ecuaciones, que resulta de estos balances, permite relacionar el estado térmico del arrabio con la composición del gas en el tragante y con el acondicionamiento del viento en las toberas (variables que se pueden medir con facilidad y precisión, en continuo).

Es decir, se tiene una expresión del tipo:

$$Q = F(G, V).$$

$Q$  = entalpía del arrabio + entalpía de la escoria + pérdidas térmicas.

$G$  = análisis químico del gas en el tragante (%CO, %CO<sub>2</sub>, %H<sub>2</sub>, %N<sub>2</sub>).

$V$  = (temperatura (°C), humedad (gr/m<sup>3</sup>N), petróleo (gr/m<sup>3</sup>N) del viento insuflado).

Esta expresión define para el régimen permanente (\*) "puntos de funcionamiento del horno", en torno a los cuales el funcionamiento real debido a "perturbaciones". Cuando varía uno de los parámetros de marcha, por ejemplo la temperatura del viento, el horno pasa de un punto de funcionamiento a otro, ambos calculables por el modelo.

En la realidad, el horno no pasa instantáneamente del primer al segundo punto de funcionamiento. Durante un cierto tiempo, está en régimen transitorio. Para describir este régimen es necesario un modelo dinámico.

**3.1.2.— Modelo Dinámico:** El estudio dinámico de un sistema consiste en determinar en función del tiempo las relaciones que existen entre las variables de entrada y de salida.

Si no se conoce esta "función del tiempo", es posible que las correcciones, aunque teóricamente adecuadas, resulten inútiles y/o contraproducentes por ser inoportunas; originando desajustes de mayor amplitud que las que ocasionaron la corrección.

Para determinar el Modelo Dinámico del Alto Horno, se aprovecha la facilidad que presentan las variables de entrada relativas al viento, para ser mantenidas

(\*) El régimen permanente se establece cuando las variables de entrada, conocidas y controlables, se mantienen constantes (las variables de entrada desconocidas y/o incontrolables se denominan "perturbaciones").

mediante reguladores en valores estables y precisos. Después de un período de estabilización, se aplica a una de estas variables una variación brusca y prolongada (tipo "escalón") y se estudian las variables de salida en función del tiempo, hasta constatar un nuevo "punto de funcionamiento estable". Se considera que un funcionamiento es estable cuando las fluctuaciones de las variables de salida son pequeñas en torno a su valor medio.

De esta manera se determinan los dos parámetros que caracterizan al modelo dinámico: la ganancia de una acción y el tiempo de respuesta o la constante de tiempo del sistema.

Las variables de entrada sobre las que se puede actuar a nivel tobera son:

- Temperatura del viento
- Humedad del viento
- Tasa de inyección de combustibles.

El estudio dinámico del horno permite clasificar estas variables por orden de eficacia.

La figura de la página siguiente muestra las curvas de respuestas obtenidas para variaciones tipo escalón de estas variables.

Por su menor tiempo de respuesta (dos horas) y menor rango de amplitud de las correcciones a efectuar, se selecciona como el parámetro de regulación a la humedad del viento.

**3.1.3.— Implementación del Control Automático en la usina de Rombas:** Las características del programa del control aplicado sobre el Alto Horno Nº 5 de la usina de Rombas (Francia), son las siguientes:

—ajuste cada dos horas mediante una acción  $\Delta h$ , función de  $\Delta Q$ , comandada directamente por el computador.

$\Delta h$  = variación en la humedad del viento

$$\Delta h = f(\Delta Q)$$

$$\Delta Q = Q(t) - Q(R)$$

$$Q(t) = Q(G, V, t)$$

$Q(R)$  = cte. = nivel de referencia o punto de funcionamiento deseado.

—el cálculo de  $Q(t)$  es realizado por el computador que recibe en forma analógica la información relativa al gas y al viento.

—el computador calcula sucesivamente  $\Delta Q$  y  $\Delta h$  y envía una orden analógica

al regulador de la humedad del viento, que mantiene el valor de consigna por las dos próximas horas.

—si el valor de consigna se empieza a acercar a uno de los límites de variación establecidos para la humedad, el computador ordena un cambio en la carga que permita llevar al valor de consigna al centro de su rango de variación.

El ciclo de control en base a la humedad debe considerarse como el control fino, que adquiere su verdadera eficacia una vez que la carga es controlada para eliminar las fluctuaciones mayores.

Además, puede considerarse que el "control fino del producto" actúa como una señal de alerta en caso de fallas del sistema de control de la carga.

**3.2.— Acería:** El problema del control de proceso se complica en las acerías, ya que es necesario considerar, además del análisis químico y temperatura del acero, el peso de la hornada.

En la construcción del modelo matemático, influirá de manera fundamental las posibilidades de la instalación en cuanto a la precisión de las mediciones. Por ejemplo una acería de convertidores al oxígeno muy probablemente dispondrá de sistemas de captación y purificación de gases, lo que permitirá la medición del caudal y composición de éstos y conducirá, seguramente, a establecer como una de las ecuaciones del modelo, una expresión del tipo

$$\frac{dC}{dt} = f(Vg, CQg)$$

en que  $\frac{dC}{dt}$  = velocidad de afino

$Vg$  = volumen del gas

$CQg$  = composición química del gas

la ecuación correspondiente al balance térmico será del tipo

$$\frac{dT}{dt} = g(C; CGc; P; CQp; CQg, k)$$

en que  $\frac{dT}{dt}$  = velocidad de calentamiento

$C$  = características de la carga (peso, temperatura, etc.)

$CQc$  = composición química de la carga

$P$  = peso de la hornada

$CQp$  = composición química de la hornada

$CQg$  = composición química de los gases

$k$  = parámetro que depende del estado térmico inicial del horno

En general las acerías modernas no disponen de mezcladores ni de cantidades ilimitadas de chatarra, por lo que la determinación del peso de los componentes de la carga es fundamental para la obtención económica de la hornada requerida. De esta manera la función control proceso del computador se extiende de manera inevitable a la del control de las cucharas de vaciado (ver Nota), cucharas torpedo de transporte de arrabio y la preparación de la chatarra. Si la acería posee la alternativa de vaciar en lingoteras y en colada continua, entonces el problema de coordinación de estas unidades debe ser integrado al modelo de control, haciéndose así muy difícil una separación de objetivos y etapas en la automatización, como la que se indica en la Sección 2.1, de este Apéndice.

Es necesario destacar la importancia que presenta para el buen éxito del control en acería, la regularidad en la calidad (composición química y temperatura) de su principal materia prima: el arrabio proveniente del Alto Horno.

Nuevamente es posible considerar al control en acería como un "control fino" cuya eficacia depende del control realizado sobre el proceso anterior.

Por consideraciones de tipo sicológico, puede ser necesario pasar por una etapa denominada "guía-operador", que consis-

te en que el computador entrega al operador el resultado de sus cálculos en la forma de consignas, cuyo cumplimiento no es obligatorio.

Esta etapa puede ser aprovechada para perfeccionar el modelo, pero la dispersión debido a los diferentes criterios de los operadores hará necesario, rápidamente, pasar a la etapa de control directo por el computador. Este solo paso, aun sin modificación del modelo matemático, significa la obtención de mejores resultados. Para ilustrar lo anterior se puede citar el ejemplo de una acería LD que en la etapa guía-operador alcanzó un 70% de las diferentes hornadas en la temperatura especificada con tolerancia más o menos 10°C.

El control por computador permitió aumentar este porcentaje a 75%.

**NOTA:** El control sobre las cucharas de vaciado reviste gran importancia económica: la capacidad de la cuchara disponible determina el peso de la hornada a producir (si se produce menos, entonces aumenta el costo por la repartición de gastos fijos entre menor número de toneladas; si se produce más entonces aumenta el costo debido a los gastos variables mal utilizados en fabricar toneladas que no se podrán vaciar). El peso de la hornada a producir determina a su vez el peso de la carga.

Las acerías modernas disponen de romanas electrónicas instaladas en las grúas, lo que permite establecer muy precisamente la capacidad de las cucharas en función del número de vaciados.

**3.3.— Laminación:** El estudio de la automatización de un Laminador Cuarto, para planchas gruesas, permite visualizar la complejidad del problema del control automático de procesos en que el producto debe moverse a gran velocidad y ser sometido a esfuerzos elevados y, posteriormente, cumplir con especificaciones estrictas tanto dimensionales como estructurales.

Bajo la acción de la fuerza aplicada, las columnas y los cilindros (de laminación y de apoyo) se deforman, haciendo que el espesor real de la plancha resulte superior a la separación entre los rodillos de

laminación en vacío. Esta diferencia se denomina "elasticidad" del laminador. El operador, conociendo esta característica del equipo, hace que los últimos pasos sean relativamente suaves y además, antes de dar el último pase, necesita conocer el espesor real obtenido. Este método de laminación "manual" implica baja productividad y dispersión en el espesor y características físicas del producto.

Suponiendo instalados los dispositivos de medida y detección necesarios, se puede utilizar el Laminador Cuarto como "medidor de espesores", ya que se ha constatado que el espesor de salida ( $E_s$ ) es función de la distancia entre rodillos en vacío ( $D_v$ ) y de la elasticidad del Laminador ( $E$ )

$$E_s = D_v + E + k(t)$$

donde  $k(t)$  es un término de corrección que varía lentamente en el tiempo en función de variaciones del estado térmico y del desgaste de los rodillos. Para calcular  $k(t)$  basta disponer de un dispositivo de medición de espesor final, a rayos X por ejemplo, y verificar periódicamente la concordancia entre  $E_s$  calculado y  $E_s$  medido.

La elasticidad del laminador varía en función de la fuerza aplicada y del ancho de la plancha. Se obtiene una familia de curvas del tipo indicado en la figura N° 1.

Se obtiene una familia de curvas del tipo indicado en la figura N° 2.

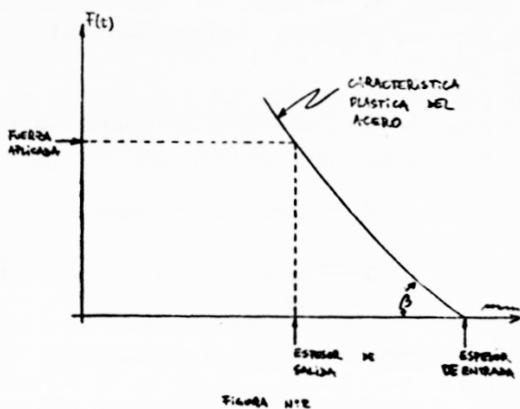
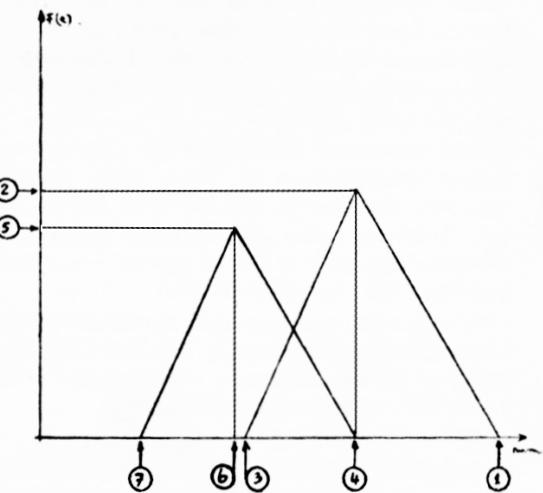
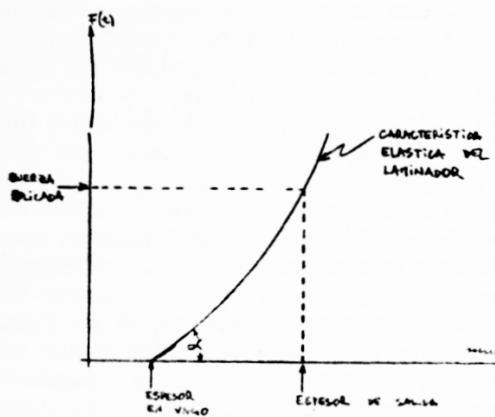


FIGURA N° 2

En primera aproximación, se puede considerar estas curvas como rectas y entregar al computador el valor de los parámetros  $\alpha$  y  $B$ .

El computador puede entonces calcular el programa de pasos y comandar el posicionamiento automático de los rodillos así como sus velocidades y las de los rodillos de los caminos de rodillos de entrada y salida (en el caso de laminadores desbastadores, comanda además el posicionamiento y movimiento de los conjuntos de reglas y dedos utilizados para manejar el lingote). Gráficamente el cálculo es el mostrado en la figura N° 3.



Por su parte, el acero posee una "característica plástica" que depende de su composición química y de la temperatura de laminación.

- 1: Espesor de entrada al 1.er pase.
- 2: Fuerza aplicada (o por aplicar) en 1.er pase.
- 3: Espesor en vacío (calculado) del 1.er pase.
- 4: Espesor de salida del 1.er pase y espesor de entrada al 2º pase.
- 5: Fuerza aplicada (o por aplicar) en 2º pase.
- 6: Espesor de salida del 2º pase.
- 7: Espesor en vacío (calculado) del 2º pase.

En los primeros ensayos de control automático se programó el computador de manera "secuencial", es decir, el computador comandaba el comienzo de una acción una vez que constataba (mediante una señal que le enviaba un dispositivo de medición) que la acción precedente había terminado. Esta lógica condujo a obtener tiempos de ciclo superiores a los obtenidos mediante operación manual. Al estudiar la manera de actuar de los operadores más eficientes, se apreció que iniciaban la acción siguiente antes de terminar la que estaba en curso. Además, disminuían la velocidad de los rodillos antes de que el planchón (o lingote) saliera de entre ellos. De esta manera se disminuía la duración de los "tiempos muertos" (al disminuir la velocidad hacia el final del pase, el planchón prácticamente "cae" y queda cerca de los rodillos para iniciar el pase siguiente. Si un poco antes de que caiga se ha enviado la orden para que los rodillos de la mesa y del laminador inviertan el sentido de giro, el planchón es reenviado al pase siguiente prácticamente "sin demora").

Aplicando esta lógica, el control automático sólo iguala o queda levemente bajo los récores establecidos por los mejores operadores. La diferencia está en que los resultados del control automático se obtienen con **regularidad**, lo que le permite superar a los mejores operadores cuando los resultados se comparan por períodos de tiempo de horas o turnos. La superioridad es clara en relación al equipo de operadores, cuando el tiempo se mide en días o semanas.

El problema del "tiempo de ciclo" es importante en todos los laminadores, pero puede llegar a ser de importancia vital si el laminador resulta ser "cuello de botella" en la línea de producción. En es-

tos casos la disminución del tiempo de ciclo se traduce necesariamente en un aumento de la producción, de manera que la automatización puede justificarse sólo por este concepto.

Además del aumento de la capacidad de producción por disminución del tiempo de ciclo, la automatización de un Laminador Cuarto (USINOR) permitió obtener la siguiente distribución de espesores de planchas gruesas:

espesor plancha = espesor especificado + 1 mm: 18%

espesor plancha = espesor especificado : 80%

espesor plancha = espesor especificado - 1 mm: 2%

Este resultado (que por cierto no se puede alcanzar en laminación manual) implica importantes economías para el cliente que necesita utilizar una plancha de cierto espesor, pero que debe pagar "al peso", de manera que una plancha dentro de las tolerancias normales puede significarle un sobreprecio considerable. En mercados competitivos es frecuente, por otra parte, que el comprador sólo acepte pagar el peso real de la plancha si es igual o menor que el peso teórico o calculado con el espesor nominal; en caso contrario acepta pagar el precio teórico (las tolerancias que se fijan son en general bastante amplias). En estos casos el control sobre los espesores representa una economía para el productor, ya que el sobre peso (no pagado) es minimizado.

Otra importante fuente de economía para el productor está en que puede ajustar con mayor precisión el cálculo de las dimensiones del planchón y, supuesto que el planchón se pueda obtener también con tolerancias estrechas, optimizar el rendimiento metálico (cuociente entre el peso del metal aprovechado y peso del metal utilizado), ya que normalmente las planchas gruesas se especifican a largos fijos.

Finalmente, la disminución de la dispersión de los valores de las características físicas, como el límite elástico, representa la disminución de problemas de conformación y/o de soldadura, lo cual beneficia tanto al productor como al cliente. Los resultados informados por USINOR permiten apreciar las posibilidades que presenta la automatización. Para el caso

de planchas especificadas con un límite elástico de 42 Kg/mm<sup>2</sup> mínimo, se obtuvo:

<b>Tipo de operación</b>	<b>rango obtenido</b>
manual	42 a 53
automático	42 a 48

Igual que en el caso de las acerías, una vez que el computador puede controlar el proceso, se manifiesta la necesidad y conveniencia de ampliar su control a labores administrativas, especialmente la programación de la producción y el control de inventarios en proceso.

Cuando el computador controla el programa entonces puede optimizar el control del proceso, mediante la formación de lotes de producción que impliquen variaciones paulatinas y controladas en los parámetros del modelo de control del proceso ( $\alpha$ ,  $B$  y  $k(t)$ ).

En esta etapa adquiere importancia el requisito de **oportunidad** (además de calidad y precio) con que se debe satisfacer el pedido del cliente. Como consecuencia inmediata se llega a la intercomunicación o coordinación de los computadores encargados del control de los diferentes procesos en la usina.

En general, las empresas siderúrgicas no han seguido esta evolución "lógica" sino que han tratado de resolver primero sus problemas más urgentes o más rentables. También en forma general, la utilización del computador se ha iniciado en labores administrativas como:

- nómina de pago
- control de inventarios
- control de órdenes de venta y programación de la producción.

## **DIRINCO • INDELCO**

**AVDA. B. O'HIGGINS 2289 — OF. 612 — FONOS: 712609-715972  
SANTIAGO**

**CARRETERA LONGITUDINAL SUR KM. 65 — FONO 103  
SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL**

### **ENFRIADOR DE AIRE COMPRIMIDO MEDIANTE AGUA ENFRIADA**

Con tubo Almirantazgo, para compresor de 4.000 HP. Planta de oxígeno.

### **CONDENSADORES ENFRIADOS POR AIRE PARA R-12 modelos CAF.**

Capacidades entre 1.400 y 28.000 Kcal/hr.  
Fabricados en tubos y aletas de cobre  
envolventes de protección en planchas  
galvanizadas

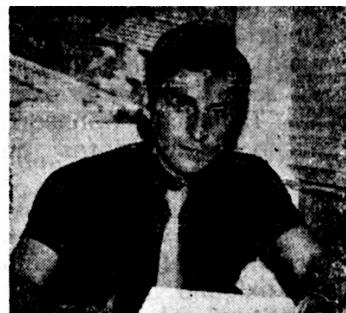
**GENTILEZA DEL**

**FERROCARRIL DE ANTOFAGASTA A BOLIVIA**

**BOLIVAR 255 — CASILLA S-T**

**ANTOFAGASTA**

# La Pirometalúrgia del Cobre y su Parentesco con la Siderurgia



**Dr. Ing. Nelson Santander**  
Profesor Jornada Completa  
del Departamento de  
Metalurgia U.T.E.

Si bien históricamente la Edad del Bronce precedió a la Edad del Hierro, con lo cual la Metalurgia del cobre antecedió a la Siderurgia, el desarrollo histórico de la Metalurgia ha transformado a la Siderurgia en algo así como una "hermana mayor" de la Pirometalurgia del Cobre.

El vistazo histórico-técnico que aquí se presenta tiene por objeto destacar el rol que ha jugado y juega aún, el avance tecnológico de la Siderurgia en la Metalurgia del Cobre. Esto, en un país cuprero-Siderúrgico, como es Chile, resulta del mayor interés.

Tanto la primitiva Pirometalurgia del Cobre como la primitiva Siderurgia se basaron en la reducción de minerales oxidados empleando la técnica carbonármica. Sin embargo, el hallazgo de minerales sulfurados de Cobre hizo tomar otros rumbos a la Pirometalurgia del Cobre, la que alcanzó su máxima sofisticación con el proceso Galés para obtención de Cobre.

El Histórico descubrimiento de Henry Bessemer en 1856 para obtener acero, vino a iniciar un auge metalúrgico sin precedentes en la historia. No transcurrió mucho tiempo luego de esta trascendental invención, cuando los pirometalúrgicos cupreros lograron con éxito producir blíster en forma industrial por "Bessemerización" del eje de Cobre. Esto ocurrió en 1880 en Francia. Esta fue sin duda una notable enseñanza que dio la Siderurgia al Cobre. Es más, conceptualmente hoy podemos decir que el cobre blíster no es sino un parente muy cercano del acero efervescente. Físico-químicamente hablando, quien observe un diagrama C vs O de un acero, y un diagrama S vs O de un blíster, verá que son de la misma naturaleza.

Originalmente la "pera" Bessemer tenía mampostería ácida, pero luego se pasó a revestimiento básico para minimizar la presencia del fósforo con el uso de escoria de fosfato de calcio. Quizás, sin lo-

grar dominar la parte conceptual, los pirometalúrgicos cupreros emplearon el mismo principio, con el fin de minimizar la presencia de arsénico y de antimonio en el Cobre. Para ello se recurrió a acompañar estas venenosas impurezas mediante el uso de escorias de alcalino-alcalinotéreas.

Por otra parte, tanto los siderurgistas como los cupreros habían empleado pequeños hornos del tipo reverbero, los primeros pudelar acero y los segundos para fundir minerales. La introducción del horno Siemens Martin en 1872-74 trajo consigo una gran innovación tecnológica que aunque la historia no lo menciona, es muy probable que de una u otra manera influyó en el diseño del moderno reverbero de cobre hoy conocemos, y que se introdujo en 1879.

El descubrimiento hecho por Linde para licuar oxígeno fue sin duda fundamental para resolver el problema del nitrógeno en la fabricación de aceros Bessemer. Así, poco des-

pués del término de la segunda guerra mundial se inició industrialmente la era de los aceros al oxígeno. Tampoco transcurrió mucho tiempo antes que los pirometalurgistas cupreros emplearon con éxito esta nueva tecnología. Otra importante aplicación del oxígeno industrial lo constituyó el empleo de aire enriquecido, lo que fue introducido con mucho éxito en los altos hornos Siderúrgicos y hoy es fuente de continuos ahorros energéticos en la Pirometalurgia del Cobre.

En el caso de los hornos de fusión este paralelismo en que la Siderurgia precede al Cobre, es quizás más asombroso. El viejo cubilote siderúrgico ha tenido una relativa influencia en el cobre. Tal es el caso del horno vertical de

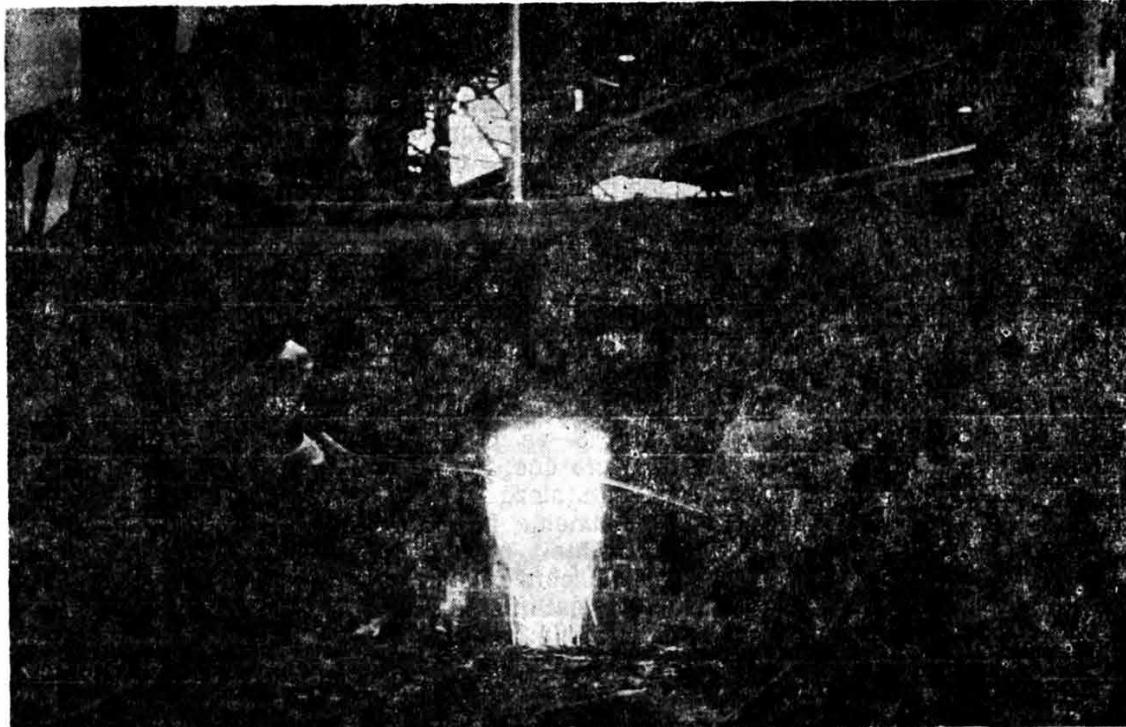
fusión de cátodos, el que no es otra cosa que un cubilote calefaccionado con quemadores de bencina en lugar de quemar carbón con el aire de las toberas, y con mampostería antiabrasiva de carburo de silicio. Es más, el cubilote clásico, con ligeras modificaciones ha sido probado con éxito en la fusión de chatarra de cobre.

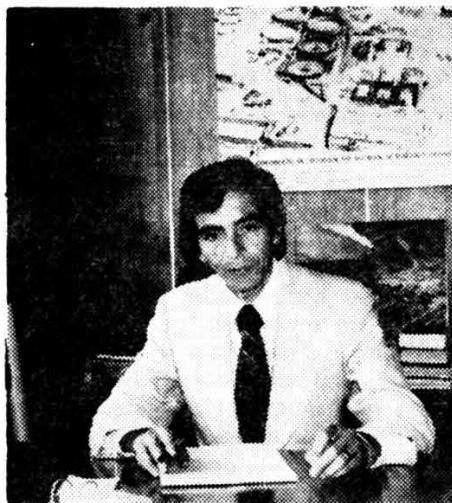
Otra buena ilustración en los procesos de fusión lo dan los hornos eléctricos de acero con electrodos consumibles Soderberg para producción de ferroaleaciones. Este mismo tipo de electrodos se ha utilizado en los modernos reverberos eléctricos para fusión de concentrados de cobre.

Es muy posible que el empleo de ferroaleaciones

como desoxidante en los aceros haya inspirado el uso de cuproaleaciones para la obtención de cobres con contenidos muy reducidos de oxígeno. No olvidemos que conceptualmente la técnica de obtención de acero es la misma del refino afu ego, vale decir, la técnica de oxidación-reducción.

En este breve artículo se han mencionado sólo las principales enseñanzas que el cobre ha recogido de la Siderurgia, lo principal es que el Pirometalurgista cuprero siempre considere a la Siderurgia como fuente potencial de permanente innovación y de inspiración creativa en lo tecnológico. Hoy no puede concebirse un Pirometalurgista del Cobre que ignore lo que acontece en la Siderurgia.





**Ingeniero: Fernando Díaz Jiménez**

# Criterios de Selección de Inversiones para Reemplazo de Equipo

## Introducción:

No existe empresa de producción o servicio que disponga de ilimitada capacidad o cantidad de dinero para invertir en nuevas tecnologías, ampliación de plantas o reemplazo de equipos, por lo tanto debe Seleccionar Aquellas Inversiones Más Rentables o bien Justificar Económicamente la Adquisición de Un Nuevo Equipo.

Desafortunadamente, no es común que una empresa disponga de una base real para elegir entre las posibles inversiones, aquellas que supongan mayor beneficio para la empresa a largo plazo.

Por lo general, nuestras empresas adolecen de estudios objetivos para inversiones de capital, aun en empresas muy bien dirigidas técnica y comercialmente.

Si se observa la gran cantidad de equipos obsoletos, de bajo rendimiento, inadecuados para ciertas operaciones, limitados por accesorios o capacidad, mal aprovechados o bien sobredimensionados existentes en nuestras empresas, concluimos, sin mayor análisis, que previo a la inversión, se debía haber realizado un estudio objetivo de selección de equipo para no lamentar inversiones y afectar el futuro de la empresa.

Por lo tanto, la Dirección de cada empresa debe considerar como una de las funciones más importantes, no solamente porque afecta al capital de la empresa, sino porque son decisiones irreversibles y porque son de alto costo.

Una buena técnica para analizar el reequipamiento es, desde luego, uno de los requisitos de una buena política de inversiones. Es un elemento vital e indispensable. Una dirección que carece de medios para identificar, dentro de límites razonables, el momento del reemplazo, en casos individuales, necesariamente carece de medios para mantener en la forma más ventajosa sus instalaciones.

A continuación se expondrán algunos procedimientos poco científicos que se utilizan, destacando sus errores y luego se expondrán métodos quasi-científicos.

Se parte de la base que no existe ninguna fórmula que pueda sustituir el sentido común y buen juicio, ahora bien, la

finalidad de un buen método de análisis de inversiones consiste en dotar de buena herramienta de apoyo al juicio y sentido común de la dirección.

## 1.— METODOS POCO CIENTIFICOS

### 1.1.— Por grado de necesidad:

El **grado de urgencia** que se asigna a un proyecto, es un método para asignar prioridad a las inversiones, pero tiene el inconveniente que el grado de urgencia no es mesurable y por lo tanto los diferentes proyectos no pueden ser reunidos y clasificados por prioridad. Las consecuencias de aceptar o rechazar los proyectos de inversión según necesidad genera una lucha interna entre los jefes interesados casi proporcional a sus personalidades o carácter, primando el más elocuente, convincente y constante en presentar sus necesidades.

Esto trae consigo un anexo de prisa tras el proyecto y saldrá adelante muchas veces el proyecto dudosamente beneficioso para la empresa relegando para futuras decisiones otros que serían muy importantes.

## 2.— TIEMPO PARA RECUPERAR EL CAPITAL

Es un método más común y que consiste en calcular el tiempo necesario para que los beneficios del bien a adquirir niveleen los gastos de inversión.

Por ejemplo, se desea invertir US\$ 100 mil que rinde US\$ 20.000 de beneficio por año. Luego, el tiempo de recuperación es:

$$TR = \frac{100.000}{20.000} = 5 \text{ años}$$

Se citarán algunas formas comunes de calcular TR según los factores siguientes:

IB : Inversión bruta

BA : Beneficio anual

IN : Inversión neta

BAS : Beneficio anual después de impuestos y depreciación.

BASI: Beneficio anual después de impuesto. (ver Gráfico)

Presentado de la siguiente manera:

$$TR1 = \frac{IB}{BA}; TR2 = \frac{IN}{BA}; TR3 = \frac{IN}{BAS};$$

$$TR4 = \frac{IN}{BASI}$$

Este método permite seleccionar en primera instancia los proyectos, pero es inadecuado para medir el valor de un proyecto de inversión, pues no indica la capacidad de ganancia de la inversión y sólo nos informa del tiempo que tardaremos en recuperarla, porque el verdadero valor de una inversión depende de los ingresos que vendrán después que la inversión original ha sido recuperada.

Un ejemplo aclara este concepto:

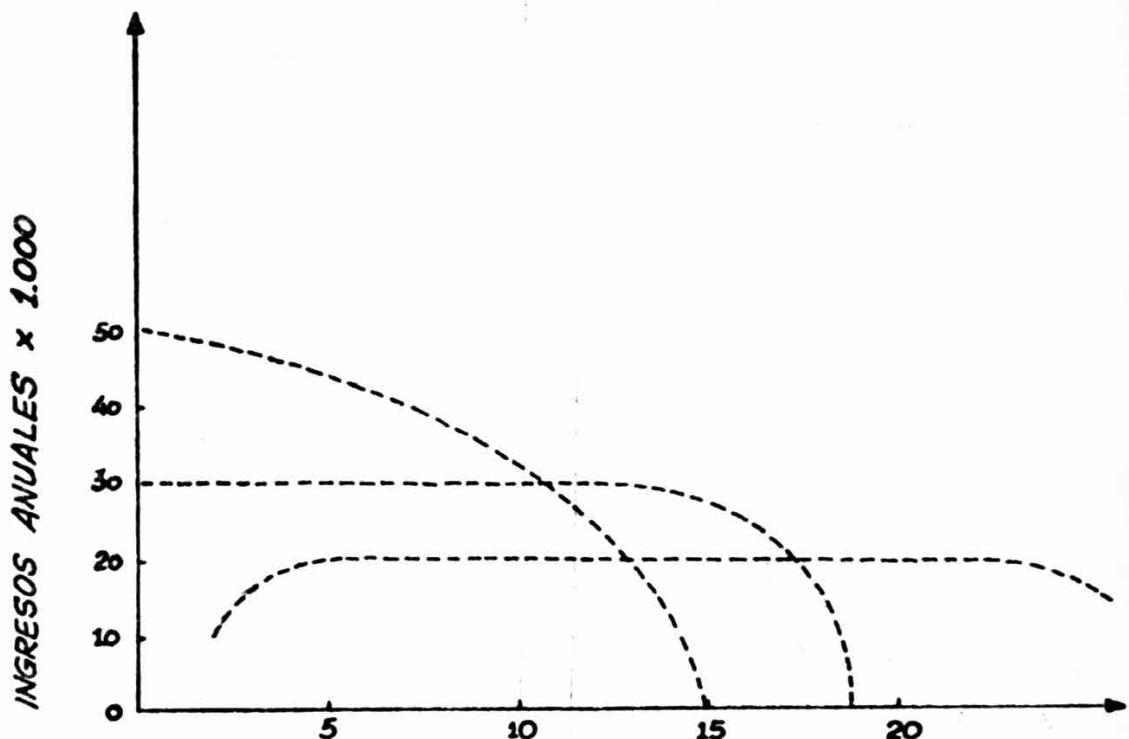
Proyecto	A	B	C
Inversión	100.000	100.000	100.000
Beneficio 1º año	20.000	20.000	20.000
" 2º "	20.000	20.000	20.000
" 3º "	20.000	20.000	20.000
" 4º "	20.000	20.000	20.000
" 5º "	20.000	20.000	20.000
" 6º "	20.000		
" 7º "	20.000		
" 8º "	20.000		
" 9º "	20.000		
" 10º "	20.000		
Total Beneficio	200.000	100.000	80.000
Tiempo de recuperación	5 años	5 años	5 años

Naturalmente que la elección será asignada al proyecto A.

Otra forma de demostrar los fallos del criterio de "tiempo de recuperación del capital", se puede aclarar con el siguiente ejemplo, naturalmente con valores estimados:

Proyecto	A	B	C
1.— Inversión	372.000	267.000	230.000
2.— Vida de la inversión (años)	13	18	25
3.— Ingresos anuales medios (10%)	37.200	26.700	23.000
4.— Tiempo de recuperación basada en los Ingresos 3 (años)	10	10	10
5.— Tiempo de recuperación basado en ingresos anuales reales (ver Gráfico)	8	8,7	11,5

## GRAFICO: "Tiempo - recuperación Capital"



### 6.— Contabilidad del Capital

5%      8%      8.5%

Al considerar el "tiempo de recuperación del capital" se elegiría el proyecto A, sin embargo al utilizar el criterio de "Rentabilidad del Capital", el proyecto C es el más interesante.

Si este criterio se utiliza para decidir reemplazo por equipo nuevo. Algunas empresas limitan el tiempo de recuperación a 2 ó 3 años y muy pocos advierten que cuanto más cortos períodos de recuperación exijamos, más protegeremos la utilización del equipo antiguo, por esta causa se sacrifican a menudo los posibles ahorros. Resumiendo, las principales desventajas del criterio en cuestión son las siguientes:

- a) Tiende a sobrevalorar la importancia de la liquidez como meta del programa de inversiones.
- b) No considerar ganancias de la inversión después que los ingresos han equilibrado la inversión inicial.

Este criterio se sugiere utilizar sólo:

- a) Cuando se quiere aceptar o rechazar proyectos visiblemente no recomendables. Antes de gastar tiempo en análisis.
- b) Para caso de inversiones arriesgadas donde no se puede calcular vida económica ni valor residual.
- c) Cuando se presume que todas las inversiones tendrán vida igual, situación poco probable.

En próxima oportunidad analizaremos los métodos:

- Mal llamados de rentabilidad del capital.
- De comparación de inversiones:
  - a) Costo anual equivalente
  - b) Del valor actual
  - c) De la tasa de rentabilidad del capital.

## Librería NUEVA AMERICA

ARTICULOS IMPORTADOS  
PARA DIBUJO TECNICO

BORIES 847 — FONO 24567  
CASILLA 818  
PUNTA ARENAS



Constructoras Enrique Abello Ltda.  
Construcciones Civiles Paine Ltda.  
Empresa Constructora Abello, Gómez  
y Harambour Ltda.  
Compañía Distribuidora de la Patagonia Ltda.  
Fábrica de Puertas y Ventanas AONKEN

COVADONGA 28 - FONOS: 22768-24334  
CASILLA 112-D — PUNTA ARENAS (Chile)

## Luis A. Fontbona Buxalleu

AGENTE DE ADUANA

Consulte su Departamento de  
Asesoramiento Tributario Aduanero  
sobre Importación y Exportación

SAN MARTIN 2511 — FONO 22087  
CASILLA 350  
ANTOFAGASTA

## MUEBLERIA Y CARPINTERIA

## L O N D R E S

NICOLAS Y FRANCISCO MARINKOVIC  
A. SANHUEZA 1348 — FONO 21591  
PUNTA ARENAS

## CONSTRUCTORA

## ALZAPRIMA LTDA.

SANTA LUCIA 232 — 2º PISO  
FONO 32821  
SANTIAGO

## Detonantes Nacionales S. A.

Subsidiaria de:  
The Ensign Bickford Co. U. S. A.  
al Servicio de la Minería desde 1836  
Fábrica de Cordones Detonantes  
PRIMACORD M. R.

CAMINO A TOCOPILLA KM. 18  
CASILLA 1330 - FONO RURAL 11  
ANTOFAGASTA

ESTABLECIMIENTO

## "CHELINO S. A. C. I."

MATTA 2493  
FONOS: 22297-21156-23862  
CASILLA 595  
ANTOFAGASTA

## Jorge Cid Hnos.

MERCADO MUNICIPAL - LOCAL 243  
COPIAPO

BRAULIO FLORES TIMBLES  
Ing. Ejecución Metalurgista  
Profesor Depto. Metalurgia  
Jefe Area Procesamiento de  
Minerales.



## La Metalurgia Extractiva

Sin lugar a dudas, en la mente del ilustre doctor; catedrático y educador A. M. GAUDIN, flotaba el amplio campo de la Ingeniería minera, con la misma claridad y evidencia que imprimía a sus experimentos, cuando en aquella Reunión Anual de la Mineral Beneficiation Division en New Orleans, resultó agraciado con el Premio Richards 1957 y en relación a dicho estímulo pronunció el siguiente discurso:

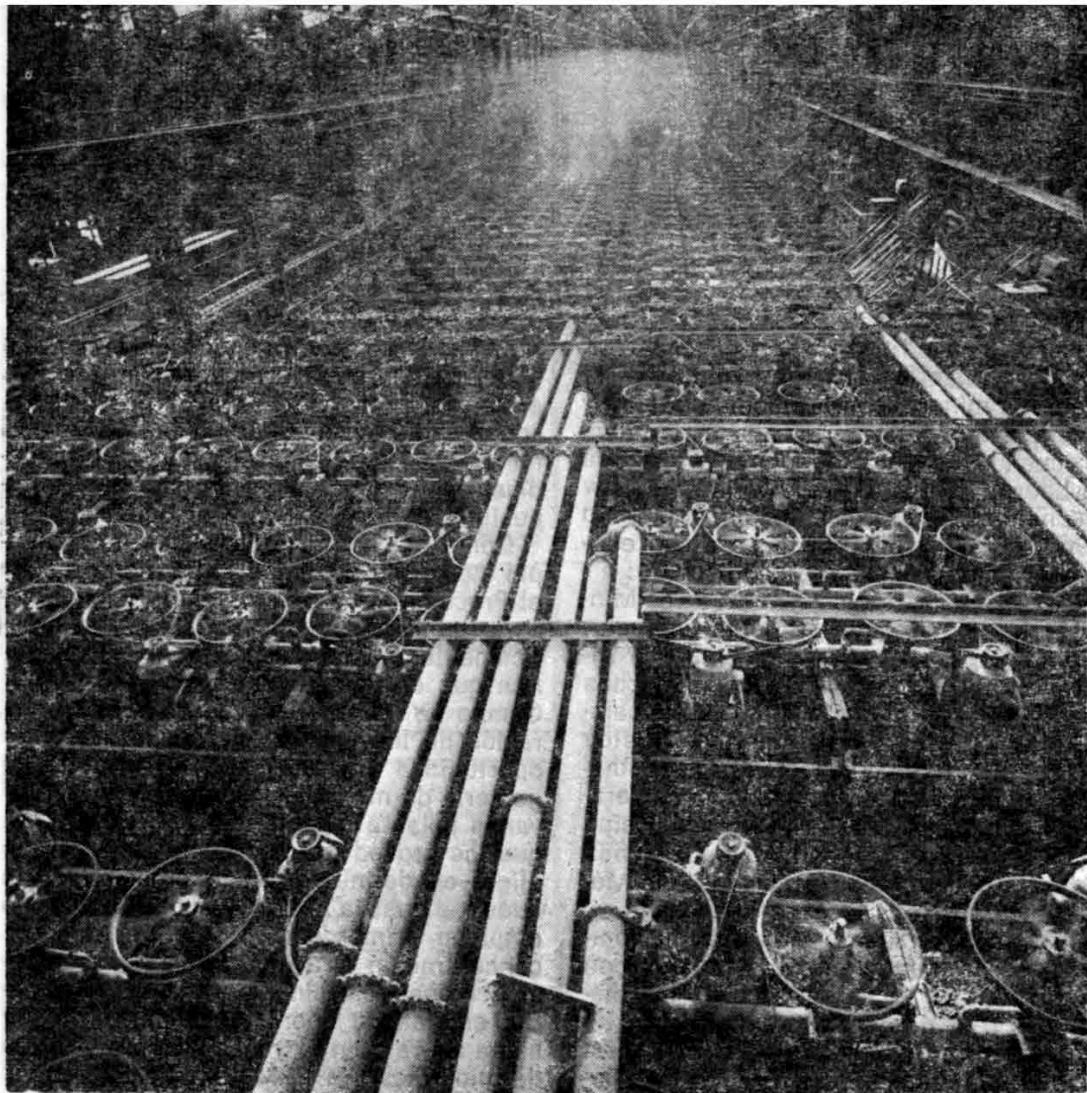
"Este año el American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineer, me ha otorgado su Premio Robert H. Richards, distinción considerada en muchos círculos como el más alto honor en el campo de la Ingeniería de Minerales. Estoy profundamente emocionado por esta distinción, que no sólo indica la consideración por mis servicios a la profesión sino también la afectuosa estimación de mis colegas, los Ingenieros dedicados a la Metalurgia extractiva. Uds. me han hecho dichoso con la perspectiva de que mi nombre quede permanentemente asociado con el de Robert H. Richards y los de los distinguidos receptores del Premio, Arthur F. Taggart, Frank R. Milliken, Jhon F. Myers, Edwards William Engleman, C. Harry Be-

nedic, Edward W. Davis y Arthur W. Fahrrenwald. Agradezco a todos un honor tan generosamente concedido. Permitanme, entonces expresarle no sólo mis propios agradecimientos sino también los de los numerosos asociados sin cuya entera dedicación y cooperación me habría sido imposible justificar vuestra elección.

Como muchos de Uds. saben, mi principal campo de actividad se ha centrado en el Procedimiento de Flotación. Muchos saben, también que me he interesado prácticamente en todas las operaciones unitarias que en general están incluidas en el Campo de lo que ahora se llama la Preparación de los minerales. Lo que me da la oportunidad de hablarles hoy sobre la Ingeniería de minerales y permitanme subrayar la palabra Ingeniería de Minerales, ya que los procedimientos que nuestro grupo eligió en definitiva, en la creación de la nueva industria extractiva del Urano no emplean primordialmente la Flotación ni concentración Gravitacional, ni la separación Magnética, sino que, en cambio, están empleando operaciones unitarias que hasta ahora eran extrañas a la preparación de minerales y a la Metalurgia Extractiva.

Me refiero en particular a retirar, por intercambio iónico disueltos elegidos de soluciones complejas, y a la extracción con solventes" y así continuaba el discurso del eminent Doctor, en el cual vaticinaba el futuro de la ingeniería en el campo de la Metalurgia, química y Minera en lo que se refiere al área extractiva, un Corolario de esta conclusión tenía especial significación respecto del carácter de los problemas de la ingeniería de los minerales que exigían solución para el futuro y precisaban de esfuerzos en equipos.

La cita del Premio se refiere expresamente a la función de Educador y el señor Gaudin aprovecha esa oportunidad para decirles a todos sus colegas presentes que "el hecho de considerarse Ingenieros en el campo de los minerales los compromete en la extracción, separación, transformación y mercado de las substancias minerales y metálicas, ya que ello, es la única brecha que abrirá el camino a cada uno de vosotros en su máxima amplitud, para brindarnos la oportunidad en nuestra profesión.



# PRODIGIO ROJO



BRAULIO FLORES T.

Cuando el Hombre nació, encontró la corteza terrestre saturada de minerales, caminó por ella en busca de los elementos que pudieran brindarle bienestar y seguridad, y allí encontró el oro, la plata, el cobre, el hierro y tantas otras substancias, unas como elementos de uso inmediato, otras, tuvo que recurrir a su ingenio para aprovechar sus bondades.

Así comenzó la historia de la tecnología, en su vertiginosa carrera por alcanzar la industrialización total que hoy observamos. Pero no sólo fueron estos elementos los que despertaron la codicia del hombre, allí estaba la coquetería femenina para encontrar en las rocas un manantial de alhajas, que las manos del Hombre transformarían en diáfanas joyas, sutiles turquesas, desafiantes lapislázuli y las multifacetas de un topacio o un diamante coronando las sienes de Reyes y Princesas, en un carnaval destellante de colores.

En la búsqueda de tan valiosos tesoros y frente al lento agotamiento de la riqueza natural en la superficie, el hombre cavó piques y chiflones, para arrancarle nuevos yacimientos a la Montaña, así surgió el fastuoso Poliedro Andina, con sus riquezas de Cobre, enclavado allá en lo alto de los Andes a 3.600 metros sobre la superficie marina, con su bronceada Calcopirita,

el acero de la Calcosina o la iriscencia de la Bornita, ofreciendo su riqueza al conocimiento del Hombre, quien aparece en escena para transformar gradualmente ese macizo de andesita y cobre, en pequeños trozos, los que en estado de finísimos tamaños logrará rescatar lo valioso de la Roca, lo cual constituía, a comienzos, un conjunto mineralizado. Desarrollando este fenómeno de transformaciones en inmensas cavernas, que cuán maravillosas Catedrales van entregando el Concentrado, que como pródigo viajero a través de los mares, alimentará los Reverberos del mundo, donde finalmente emergerá la fulgurante presencia roja del "Cobre", sinónimo de bienestar, esperanza de los pueblos que lo poseen, bendición de la naturaleza para quienes disfrutan de sus bondades en un afán por conseguir su purificación total, en busca de ese sueño tan anhelado, para convertir esta maravilla mineral en amo de todos los Reinos.



DESDE 1923

**MAX HUBER  
REPROTECNICA LTDA**

COPIAS DE PLANOS - FOTOCOPIAS  
- XEROX - AMPLIACIONES FOTOS-  
TAT - REDUCCIONES A ESCALA  
FOTOSTAT - REPRODUCCIONES  
TRANSPARENTES - COPIAS E IM-  
PRESIONES "OFFSET" - MIMEO-  
GRAFO - MATRICES PARA SISTE-  
MA OFFSET "MULTILITH" - MA-  
QUINAS Y PAPELES PARA HELIO-  
GRAFIA MARCA GAF-ANTARA.

miraflores 250 fono: 30814 - 383925  
luis thayer ojeda 0154 fono: 252211  
mac iver 142 fono 32049



**forestal  
crecex**

CONTRIBUYE AL PROGRESO  
DEL PAIS

FORESTACION  
ZONA ARAUCO SUR

**ANIBAL PINTO 50 - DEPTO. 1-A**  
**TELEFONO 26928**  
**CONCEPCION**

**M. GLEISNER**

FERRETERIA INDUSTRIAL S. A.  
FUNDADA EN 1856

SANTIAGO - CONCEPCION - TALCA  
LOS ANGELES - CHILLAN - CAUQUENES

120 AÑOS AL SERVICIO DEL PAIS  
FERRETEROS IMPORTADORES  
PARA LA INDUSTRIA, MINERIA,  
CONSTRUCCION Y AGRICULTURA  
MAQUINARIAS, RODAMIENTOS SKF,  
ARTICULOS DE SEGURIDAD,  
IMPLEMENTOS ELECTRICOS,  
MENAJE, ETC.

**BARROS ARANA 402 - CASILLA 45-C**  
**FONO 22335 — TELEX 60029**  
**CONCEPCION**

EL AHORRO  
SOLIDO  
CON RESPALDO  
CONCRETO

**COOPERATIVA  
SODIMAC**

PEREZ DE ARCE 655  
Casilla 3 — Fono 22012  
PUNTA ARENAS

CONSTRUCTORA  
**SALFA S. A.**

INGENIEROS  
CONSTRUCTORES

**CHILOE 1069**  
**CASILLA 42-D — FONO 21106**  
**PUNTA ARENAS**

# Condiciones Deseables para un Horno de Fusión de Concentrado de Cobre

A. Yazawa (\*)

**Nota preliminar:** Durante su breve estadía en nuestro país en julio de 1975, el distinguido experto en pirometalurgia del Cobre, Profesor A. Yazawa, entregó una pauta de lo que según su opinión, serían las condiciones deseables para la operación de un horno que funde concentrados de cobre. Esta pauta puntuada tal como la entregara su autor, ha sido traducida al español por el Prof. Dr. Nelson Santander.

- 1.— Se aconseja efectuar un tratamiento preliminar simple al concentrado, tal como mezclado y secado.
- 2.— Sería mejor introducir el concentrado directamente en el seno del eje líquido. Una fusión y una oxidación rápida en el líquido darán origen a pequeñas cantidades

de magnetita y de polvo.

- 3.— Es deseable una buena transferencia de calor hacia las partículas de concentrado y un completo aprovechamiento del calor producido por la disociación de azufre "libre".
- 4.— La razón de desulfuración podrá controlarse libremente a gusto de los metalurgistas.
- 5.— Las reacciones de oxidación de los sulfuros deberán ocurrir en el estado líquido, no en el estado sólido. Para evitar la formación de magnetita, la oxidación deberá efectuarse en presencia de sílice y a una temperatura suficientemente elevada.
- 6.— Se necesitan grandes áreas de interfase entre las fases líquidas y la fase gaseosa. Esto además ayuda a la eliminación de impurezas volátiles. La reacción sólido-gas
- 7.— Pueden preferirse los procesos continuos debido a varias razones, por ejemplo, al disminuir la pérdida por manipulación, la pérdida de calor y el daño a los refractarios, al evitar las fluctuaciones de temperatura y la concentración de SO<sub>2</sub>, al permitir automatización y operar libre de contaminación, etc.
- 8.— Debe observarse la máxima temperatura en el baño líquido a un nivel considerablemente elevado. Esto permite una buena eficiencia térmica, buena remoción de impurezas, una pequeña formación de magnetita y un bajo consumo de refractarios.
- 9.— Cuanto mayor sea la ley del eje, mejor, mientras se traten las escorias posteriormente vía pirometalúrgica. Eso sí que debe evitarse la prematura aparición de una fase metálica de cobre, ya que las impurezas se estabilizan en el cobre líquido.
- 10.— Debe tenerse muy claro el rol de los diversos elementos menores. Los elementos volátiles perjudiciales deben eliminarse en el comienzo.
- 11.— Debe minimizarse la cantidad de gas de salida. Son preferibles los procesos autógenos, y sería me-

(\*) Profesor del Instituto de Investigaciones de Tratamiento de Minerales y Metalurgia, Universidad de Tohoku, Sendai, Japón.

- jor añadir el calor suplementario mediante aire precalentado, enriquecimiento de oxígeno y electricidad. Debe minimizarse el uso de combustible en el horno. Al disminuir la cantidad de gas disminuyen los costos de capital para equipos y hay una tracción de SO<sub>2</sub>.
- 12.— Son preferibles pequeñas cantidades de polvo, en especial el polvo mecánico debe tender a cero. Esto simplifica el tratamiento del polvo, reduce los materiales de retorno y aumenta la recuperación de subproductos.
- 13.— Es deseable un flujo continuo de gas con un alto contenido de SO<sub>2</sub>. Contenidos reducidos de gas y evitar filtración de aire son útiles.
- 14.— La escoria debe ser básicamente FeO-SiO<sub>2</sub>. Se prefiere una cantidad adecuada de CaO, pero no de ZnO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc.
- 15.— Es mejor minimizar la cantidad de escoria. Sin embargo, se requiere una adecuada cantidad de sílice para minimizar la pérdida por escoria y la formación de magnetita.
- 16.— Se requiere una buena fluidez y una escoria suficientemente digerible. Después de un buen mezclado debe darse buenas condiciones y suficiente tiempo para la decantación.
- 17.— Los contenidos de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y azufre en la escoria tienen un gran significado con relación a la operación del horno y la pérdida en la escoria. Debe quedar muy claro el efecto de una drástica variación del potencial de oxígeno durante la oxidación del metal blanco.
- 18.— Todos los productos, eje, escoria, polvo y gas, deben ser homogéneos y adecuados para los tratamientos posteriores.
- 19.— El sistema de manipulación y transporte deben ser simples. Para ello son importantes un tratamiento preliminar simple, fusión continua y pocos retornos.
- 20.— El aire precalentado es útil para mejorar el proceso de fusión al aumentar la capacidad de fusión, la eficiencia térmica, y la concentración de SO<sub>2</sub>, y además disminuye la cantidad de gas de salida y el combustible necesario.
- 21.— El uso de oxígeno tiene efectos similares al aire precalentado.
- 22.— Es preferible producir la energía suplementaria necesaria fuera del horno.
- 23.— Son deseables una gran eficiencia térmica y una pequeña pérdida de calor en el horno, para lo cual se requiere un horno continuo y simple y una oxidación autógena en el seno del líquido, en estado estacionario.
- 24.— El horno debe ser estacionario, simple y con una área pequeña. Son también importantes una buena eficiencia térmica, que no haya filtraciones de gas, y bajos costos de capital, operación y mantenimiento. Se requiere una elevada capacidad de fusión.
- 25.— Se prefiere que la temperatura interior del horno se mantenga más baja que la del seno de los líquidos.
- 26.— Los costos y daños de los materiales refractarios deben ser pequeños. Es importante que haya una operación en estado estacionario, y deben evitarse flujos de concentrados o líquidos que originen erosión.
- 27.— Debe minimizarse el equipo auxiliar mediante pequeñas cantidades de gas y polvo.
- 28.— La automatización y el control con computador deben aplicarse con facilidad.
- 29.— El logro de un horno libre de contaminación ambiental es una de las condiciones básicas.
- 30.— Es deseable además que exista flexibilidad con respecto a las materias primas, materiales de retorno, y a la cantidad a fundir.

# Maestros...

JUAN VALENCIA  
Jefe de Bienestar de  
ELECMETAL S.A.



Cuando se es niño, una intensa curiosidad nos hace romper todo lo que llega a nuestras manos para ver que tiene adentro y saber como funciona. Todo mecanismo es fuente de maravillosas novedades y solamente la autoridad paterna nos mantiene a raya e impide que cualquier día encuentren diseminados por el suelo todas las entrañas de relojes, radios, juguetes, etc.

Nos anima el mejor espíritu de no causar destrozos, pero la ignorancia, escasa habilidad, ningún medio adecuado (usábamos solamente los dedos) impedían dejar las cosas tal como habían caído en nuestras manos.

Esta práctica revela muchas veces algunas aptitudes que posteriormente se canalizan a través de los estudios y trabajos. Así es como resultan excelentes maestros, técnicos o ingenieros. Gente que tiene el don de arreglar cualquier sistema, mecanismo o instalaciones.

Pero estos privilegiados no me interesan mucho, aunque los admiro, pues siempre sabrán defenderse ante los peligros que surgen a diario en la vida real, especialmente en el hogar. Pero sí, son objeto de toda mi atención el otro grupo, el de los chiquillos que pese a todas las embarradas que hicimos, nadie descubrió en nosotros pasta de futuros genios, simple-

mente "no teníamos dedos para el piano" y crecimos abandonados, indefensos y por supuesto jamás pretendimos un oficio de carácter técnico. Esto no significa evitar que a cada paso nos encontremos metidos en un forro en que ya no son los papás los que nos censuran, pues nos conocieron y supieron desde temprano que nunca fuimos capaces de clavar un clavo, sino que nuestra amada esposa no puede entender que hayan hombres, que no son flojos, pero sí, totalmente negados para cualquier cosa en que se tenga que usar eso que llaman herramientas.

A veces heredamos un cajón lleno de esas cosas, pero lo mantenemos alejado, en el último cuarto. Una vez al año lo abrimos, sacamos algunas herramientas, las miramos por todos lados, nos preguntamos qué será y cómo se usa. Las guardamos hasta el próximo año y nuestra conciencia no sufre ningún deterioro.

Mientras nos manteníamos solteros, nadie nos pidió que arregláramos esto o aquello, éramos como las aves, libres. En algunas ocasiones nos topábamos con compañeros de estudios, fanáticos por las tuercas o los tubos de radio, buenos chatos, pero terminábamos por no frequentar mucho su compañía. Nuestros papás tampoco nos fregaron y si alguna vez tratamos de arreglar algo, siempre resultó la expe-

riencia desastrosa. Y por último, si a un papi se le ocurre pedirle a su hijo que arregle tal o cual cosa, es seguro que el viejo tampoco se la puede, pero su experiencia personal ya le indica que es preferible llamar a un maestro sin vacilar.

Por otra parte, las casas se han llenado de artefactos variados que facilitan el trabajo pero dan más trabajo con sus averías. Comparemos, por ejemplo: la diferencia entre un chancho y una enceradora o una plancha económica (de esas que llevaban carbón) y una plancha eléctrica. El chancho y la plancha ganan de aquí a Penco. ¡Nunca se echaban a perder! salvo el palo del chancho que se salía rara vez. A mi me encantaba cuando tenía que agitar la plancha para avivar el fuego. Se tomaba la plancha y con el brazo estirado se columpiaba para que el aire encendiera bien el carbón. Esta entretenición duraba hasta que la plancha satisfecha se tiraba un **flato de chispas** que siempre nos quemaban las canillas.

Ahora todo es diferente, pero lo peor es que las señoras nos amargan el pepino, porque creen varias cosas: que somos capos para estos trabajos simplemente porque son cosas de hombres, que el arreglo va a salir más barato y rápido.

Una vez regresaba cansado de la pega, me puse las chalas, cambié el vestón por una chaleca vieja y me senté en un sillón a leer una revista. Ligerito apareció mi mujer con cara mezcla de tragedia y zalamería.

—M'hijito, quiero pedirte un favor.

Nada hay más sospechoso que cuando se acerca nuestra amada esposa, así, cariñosita, es seguro que nos van a meter un clavo, lo peor es que nos defendemos, pero seguros que nos frearán igual.

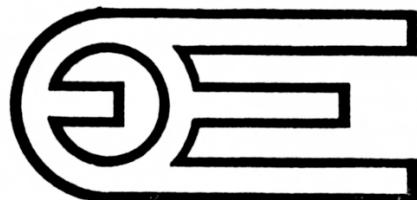
—¡Qué pasa!

—Fíjate que la enceradora no me funcionó hoy en la mañana, por qué no le echas una miradita.

Mucha gente cree que las cosas se arreglan con solo mirarlas, yo lo he ensayado y jamás se ha arreglado nada. Un poco violento le respondo:

—¡Puchas! tú sabes que yo no entiendo de esas cosas, ¿por qué no la mandas a un taller?

—Sí, pero es que va a salir muy caro. Además tendría que tomar un taxi para llevárla y traerla y se demoran mínimo tres semanas. Yo creo que debe ser una falla muy sencilla.



## ELECTRONICA ELECTRA S.A.

primeros en equipos

y materiales eléctricos

TABLEROS NORMALIZADOS

Y ESPECIALES

ARTICULOS ELECTRICOS EN GENERAL

REPRESENTANTES DE:

FEDERAL PACIFIC ELECTRIC CO. DE U.S.A.

A. M. P. DE U.S.A.

TELEMECANIQUE DE FRANCIA

MORANDE 741

FONOS: 715516-721220

SAN PABLO 1205 FONO 68867

Estacionamiento - Bodega

y Adquisiciones: SAN PABLO 1260

FONO 711924

SUCURSALES EN:

CONCEPCION Y VALPARAISO

Me siento acorralado, me dan ganas de preguntarle que si es algo sencillo, por qué no la arregla ella. Pero tengo una idea brillante:

—M'hijita, Ud. sabe que yo no tengo herramientas y para esos arreglos es necesario tener varias.

—Pero mi amada esposa tiene solución para todo.

—¿Por qué no le pides a fulanito, el vecino del frente? tiene auto y siempre pasa debajo, seguramente debe tener toda clase de herramientas. ¿Por qué no le pides a él? Es muy dije.

—A regañadientes acepto, me levanto pesadamente y con la cara llena de vergüenza me dirijo a la casa del frente. Desgraciadamente, el vecino está, le cuento el problema y le pido un destornillador. El capo me pregunta si la enceradora tiene tornillos corrientes o Phillips. Quedo helado, pero salgo del paso.

—De los dos —le respondo.

—¡Ya! dígame, la enceradora se para de vez en cuando o dejó de funcionar definitivamente.

No sé que contestar, siento que estoy colorado y por siaca le digo:

—A veces funciona y otras veces, no.

—Entonces es el rotor, está en corto. Le voy a prestar, además, una llave francesa y un extractor, porque va a tener que cambiarlo.

Me entrega todas esas cosas, le doy las gracias y prometo devolverlas inmediatamente. Regreso todo fregado a la casa.

Un "cómo te fue", me recibe.

—Bien, contesto y me dirijo donde está la dichosa máquina. La miro y ella me devuelve la mirada. No le veo ningún tornillo, doy vuelta alrededor pensando cómo desarmar esta cosa y que significará un "rotor en corto".

La levanto y descubro unas cuestiones como ruedas llenas de pelos y tierra, con el dedo trato de sacarle el polvo, finalmente se me ocurre soplarla. Aspiro bastante aire, mis pulmones se inflan y soplo con fuerza. Dejo la máquina en el suelo y voy hacia un espejo para limpiarme el pelo, la cara, los bigotes y la camisa. Regresol, vuelvo a levantar la máquina, ya está más limpia pero sigo sin ver tornillos, las ruedas con pelos deben ser las escobillas, están como sueltas pero no salen. Le hago palanca con el destornillador, pueden salir o quebrarse, al final me atrevo.

—¡Qué bueno! soy un capo, ya sé como se sacan las escobillas. Pero encuentro más tierra, parece fieltro, la saco con todo cuidado. Busco un pedazo de manguera y vuelvo a soplarla. ¡Soy un genio! ni una mota de polvo cae en mi cara, pero los pantalones, están cambiando de color.



Ahora sí que veo tornillos, como malo de la cabeza me largo a soltarlos, pero unas ruedas que habían debajo de las escobillas me molestan. También hay unos resortes, los saco usando un alambrito como anzuelo. En una de las vueltas que le daba, se me cayó una rueda, descubro que se pueden sacar, las tres son iguales así que presumo que donde las ponga, estarán bien.

Se acerca la señora y con su sentido de orden y limpieza me pega un reto:

—¡Juan!, porqué no lo hiciste en el patio, ¡mira como has dejado el piso!

No me dice nada sobre el pantalón, le preocupa más el piso. No contesto, trabajar en el suelo es muy incómodo, el abdomen me impide agacharme bien. Recojo

todas las piezas que quedaron sueltas y las echo a una caja de zapatos, me voy con todo a una pieza de guardar.

Trabajo un buen rato soltando todo lo que tenga tornillos, la enceradora queda toda desjuañangada, que no es lo mismo que desarmada, en desquite tengo los dedos machucados y pinchados, cuando la doy vuelta suena como una alcancía con monedas. Miro la hora, ya es tiempo de comer, ¡qué bueno! Junto todo y hago un montón, mañana seguiré.

Pero al día siguiente llego tarde, una "importante reunión" me impide seguir con el trabajo; al tercer día me olvido, pero aparece el vecino del frente. Entre contento y avergonzado leuento la firme:

—No, vecino, no puede encontrar la falla. La tengo desarmada, por eso no le había llevado las herramientas, le ruego me perdone. ¿La enceradora? Aquí la tengo, esta es. No, no se me ocurrió mirarle el enchufe. El capo toma el enchufe, lo mueve un poquito y un alambrito sale afuera.

—Parece que esta es la falla, veamos si es cierto.

Y el estimado vecino, con tres piezas que coloca, deja la máquina funcionando.

—No era más que eso, el motor trabaja bien, termine de armarla.

Me dan ganas de pedirle de rodillas que la arme, decirle con toda franqueza que soy un caca para estas cosas y que seguramente me sobrarán piezas y no sé donde me las voy a meter.

Afortunadamente, eso de la transmisión del pensamiento es cosa cierta, pues el amigo, mientras conversamos, va tomando de una en una las piezas y rápidamente la enceradora recupera su antigua prestancia. Finalmente, con un diestro golpe coloca las escobillas y la hace funcionar sobre el piso. La bendita máquina actúa dócil, como agradecida. Preparo unos tragos y brindo por él y toda su familia. Lo despidió eufórico. ¡Qué gran preocupación me sacó de encima!

La señora que se ha mantenido al margen, cree que el milagro es mío, se declara orgullosa, como soy débil, no le digo nada de la verdad. Pero el castigo viene de inmediato, toda mi alegría y tranquilidad reciben un golpe de gracia cuando mi señora dice:

—M'hijito, cuando tenga un tiempito, instáleme esas lámparas de colgar que compré para las piezas de los niños.

Y así, todos los días algo tienen que fa-

llar. Las suelas de las llaves de agua no son eternas; las válvulas de los estanques de los W.C. también se descomponen y nos impiden dormir, porque tienen la mala costumbre de sonar en la noche, de día son correctitas. Las observamos y ahí están sin meter el más pequeño ruido. Pero después de las diez de la noche pareciera que cuarenta grillos afónicos iniciaran un recital de ocho horas.

Las planchas eléctricas cada cierto tiempo dejan de calentar, la juguera no parte, la lavadora mete más ruido que un helicóptero y el refrigerador no para en todo el día o los descansos son tan largos que se hace pipí.

Por otra parte, la señora con su eterno deseo que la casa sea perfecta, a cada rato nos pega una estocada que nos llega a fondo.

—Juan, ¿cuándo vas a apretar el riel de la cortina del living? o, ¡cuando sacarás ese clavo de la pared, que se ve tan feo! ¿Por qué no le das una manito de pintura al mueble de la cocina?, ¡es tan fácil!

Lo peor es que eligen los momentos menos adecuados para estos recordatorios: cuando estamos acostándonos, cuando nos vamos a la pega o cuando estamos en el cine.

¿Y que hace uno con estos problemas? No se tienen herramientas, no se conocen los procedimientos de trabajo y se ignoran las técnicas de las máquinas domésticas, pero fundamentalmente, somos unos pobres diablos que además nos avergüenza de ser tan chuzos, y cada vez que tratamos de sobreponernos, dejamos la embarrada.

Recuerdo el caso de un amigo que se consiguió una lámpara soplete para soldar una cañería de plomo que unía la cocina a la red. Estaba feliz, este sábado —me decía, —voy hacer una soldadura campeona, igual que los maestros, me he fijado bien. Tengo pasta y soldadura, me ahorraré unos cuantos pesos.

Ese sábado, como a las siete de la tarde me llamó para que lo invitara a comer. Después me contaba: el famoso tubo de plomo se había fundido sin darle ninguna oportunidad. El maestro iría al día siguiente.

Otro colega botado a electrónico me confidenciaba que una vez había sacado el chassis de un receptor de radio, la urgenteó un buen rato, buscando algo suelto, después lo fue a enchufar pero... ¡la ra-

dio estaba enchufada! No sé como me salvé de morir electrocutado, debo tener un ángel guardián bien paleta —me decía.

Una vez, ¡siempre débil! aceptó la petición de la amada esposa y me puse a colocar unos azulejos frente al lavatorio. Preparé la pasta y los fui colocando perfectamente. Me quedaron lindos. Me lavé las manos satisfecho y pasé al dormitorio a cambiarme la camisa, cuando sentí un estruendo, volví al baño y ¡sorpresa! Ahí estaban repartidos por el suelo y el lavatorio todos los lindos azulejos, manchados y quebrados. Naturalmente me habían dicho: ¡Pero si es tan fácil!

También se nos presentan problemas cuando tenemos que comprar algo en la ferretería, los empleados a veces se alteran y otras gozan poniendo en evidencia nuestra ignorancia:

—Señor, quisiera unos tornillos.

—¿De qué largo, tipo de cabeza, número?

—Bueno, así de largo, la cabeza no me importa, el número no sé.

El capo que nos atiende emite una sonrisa de hermano mayor.

—El largo que usted me indica, puede ser una pulgada, tenemos de cabeza plana redondo y de lenteja (?), el número corresponde al diámetro de la cabeza en milímetros, aproximadamente.

Se piensa rápidamente buscando una comparación.

—Mire, el diámetro del tornillo podría ser como el grueso de un clavo de este largo y estiraremos el índice y el pulgar.

—Ya entiendo, dice el capo. Enseguida se da vuelta, saca una caja, mete la mano y tira sobre el mostrador varios tornillos. Esto es lo que Ud. necesita.



#### BUSES LIBAC LTDA.

CON SUS PULLMAN DE LUJO  
EL DORADO

**GUILLERMO GALLEGUILLOS**  
Ex Alumno E. A. O.

SANTIAGO: Terminal Norte Fono 64486  
OVALLE: Ariztía 217 Fono 570  
COQUIMBO: J. A. Ríos 8 Fono 687  
VALLENAR: Brasil y Serrano Fono 16  
LA SERENA: Av. Aguirre 452 - Fono 568  
ANTOFAGASTA: Condell y Sucre  
Fono 24192. Terminal Municipal  
Fono 25109.

A G U A T R A T A D A . . .

# aguasín

. . . ECONOMIZA PETROLEO!

AGUAS INDUSTRIALES LTDA.

WILLIAMS REBOLLEDO 1977 — FONO 250082  
SANTIAGO

Nos quedamos mirando esas cositas, tragamos saliva y aechugamos:

—Oiga, sabe, yo quiero los tornillos para amarrar (?) un fierro que se soltó en la parte de abajo de la lavadora.

¡Ah! entonces lo que necesita son pernos, pernos de cocina. ?



—¡Ah, no, Manolo! El sábado no. Mi mujer me recuerda que tengo que pintar el cuarto de baño

—Si, pero esos pernos de cocina, ¿sirven para una lavadora?

Por eso algunos merceros, conocedores de esa clase de tipejos como yo, tratan de colocar un muestrario de toda la mercadería a la vista de los ignorantes. Ahí uno tiene que mirar, buscar y ubicar lo que desea, después dice más o menos así:

—Oiga, señor, yo necesito una cuestión como esa que está ahí, en ese tablero, sí, no, la de más arriba, la otra a la izquierda, ¡esa misma!

—¡Ya! usted quiere una aldaba de cinco pulgadas.

Una vez escuché el siguiente diálogo en una ferretería:

—Mire señor, ¿sabe?, tengo que colgar un botiquín y la pared es muy dura, de cemento, no he podido clavar ningún clavo, todos se me doblan. ¿Qué me recomienda usted?

—Unos tarugos de fibra.

—Gracias, deme dos, ¡no! deme seis.

Le trae los tarugos y el señor los mira por todos lados, casi les toma el olor, después, un poco vacilante le dice al dependiente:

—¿Usted cree que esto me servirá? Fíjese que los clavos se doblaron todos y eran de fierro. Estos se ve que son más blandos y tomando valor le pregunta finalmente: ¿cómo meto esto en la pared?

—Tiene que hacer primero un hoyo, para eso tenemos brocas para concreto—. Estira el brazo y le presenta una cosa brillante.

El señor, que tenía muchas ganas de instalar su botiquín, se quedó mirando la cosa que le habían pasado. —Perdone, le dice al hombre del mostrador, ¿cómo se usa esto?

—Lo coloca en un taladro ..

Aquí me mandé cambiar, no quise seguir escuchando, sentía pena por el caballero y su botiquín y por todos los botiquines del mundo que caen en manos inexpertas, que seguramente los dejarán en peligro de venirse al suelo con todo lo que está a su cuidado.

Pero para tranquilidad de estos caballeros, debo recordarles que existe un proverbio muy antiguo que dice: "en casa del herrero, cuchillo de palo" y no se refiere a nosotros, significa que no todos los superdotados demuestran sus habilidades en su casa y sus esposas sufren tanto como las nuestras de la inoperancia de sus mediolimones. Además, a estos genios, cada cierto tiempo sus señoras, le entregan una lista recordatoria de lo que deben hacer. Son más o menos así:

1. Colocar rieles para cortinas (se compraron el año pasado)
2. Ver enchufe quebrado del dormitorio.
3. Ver escape de cocina.
4. Ver ducha que se cae.
5. Ver chapa de puerta de reja, no cierra.

—¡Gracias, mi lindo!

—¡Y le ponen fecha, guardándose copia!

## LIBRERIA COLON

WALDO VIVANCO M.

LIBROS TECNICOS  
ARTICULOS DE ESCRITORIO

Freire 773 — Teléfono 22410  
Casilla 1036 — Concepción

## COMPAÑIA MARITIMA DE PUNTA ARENAS S. A.

Agentes representantes de las principales firmas navieras nacionales y extranjeras

INDEPENDENCIA 830 - CASILLA 337  
Fonos: 21871-22593 - Telex 80809  
COMAP CL PUNTA ARENAS - CHILE

## Forestal Santa Ester Ltda.

FUNDOS:

SANTA ESTER  
EL RECUERDO  
LOS GUINDOS

CAUPOLICAN 352 — CASILLA 1992  
FONO 23809 - Telegramas FOSAL  
CONCEPCION

## Taller Eléctrico Industrial

ANTONIO CARRERA A.

MOTORES Y DINAMOS

VICENTE ACUÑA 544 - FONO 21138  
CONCEPCION

**OPTICA**  
*Benzhr*

30 AÑOS  
AL SERVICIO DE SUS OJOS

O'Higgins 539 — Fono 25295  
Casilla 2222  
CONCEPCION

## FRENOS "HERNANDEZ"

GUILLERMO HERNANDEZ MORIS

BALATAS DISCOS EMBRAGUE — REPARACIONES COMPLETAS DE FRENOS — BALATAS VULCANIZADAS O REMACHADAS — DISCOS DE EMBRAGUE — GOMAS CILINDROS — RECTIFICADO DE TAMBORES Y DISCOS DE FRENOS

MAIPU 867 — FONO 22529  
CONCEPCION

## Maestranza Bío-Bío Ltda.

MABIOS LTDA.

Ingeniería, Cálculos y Proyectos  
Máquinas — Herramientas  
Estructuras y Montajes Industriales  
EJERCITO 853 CASILLA 1560  
FONO 28202  
CONCEPCION - CHILE

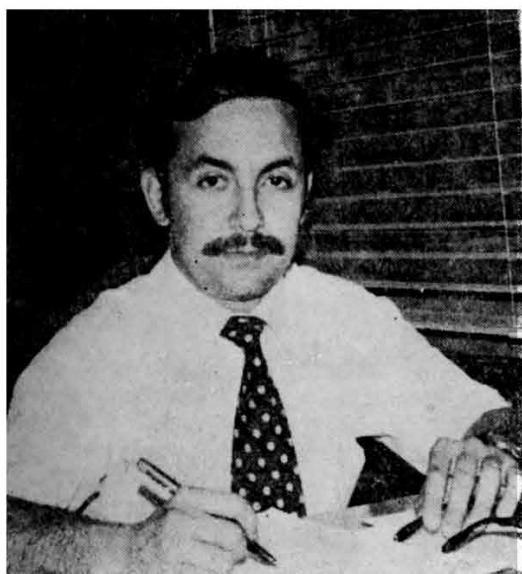


Compañía  
Forestal  
de Chile

AVDA. BARROS ARANA 215 - OF. A  
TELEFONO 25146  
CONCEPCION

# El Arte Abstracto y el Metalurgista

RODOLFO REYES GUEDE  
Ingeniero Civil Metalúrgico  
Profesor Jornada Completa  
Departamento de Metalurgia  
Jefe Área Metalurgia Extractiva



No es un secreto para nadie, aunque algunos traten de ocultarlo con una expresión de la más pura inteligencia frente a una exposición, que el Arte Abstracto Contemporáneo es un hueso muy duro de roer. Es la corriente artística que mayores incomprendiciones provoca entre el artista y el espectador. Desde este punto de vista, es hasta cierto punto comprensible, encontrarse en los lugares más dispares con variadas reacciones frente a estas manifestaciones artísticas. Ellas van desde el snobismo más impudico, que aplaude sin reservas y con gran entusiasmo todo lo nuevo y diferente, hasta la repulsa más absoluta pasando por la indiferencia de la mayoría.

Los metalurgistas no han querido sustraerse a esta discusión, y es así como el señor G. Delbart (\*), Vicepresidente permanente de la Société Française de Metalurgie, con motivo del 26º Congreso Internacional de Fundición, pronunció en Madrid en octubre de 1959 una Conferencia que versó sobre el tema que nos preocupa. Hace uso para ello de una imaginación muy fecunda para realizar una comparación entre el Arte Abstracto y la Metalurgia.

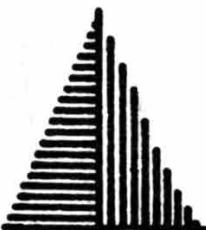
El señor Delbart sostiene que el Arte Abstracto es esencialmente un arte figurativo aunque "el artista no quiera reconocerlo". Se basa para ello en las coincidencias encontradas entre obras de renombrados artistas y microfotografías de probetas que un metalurgista encuentra corrientemente en sus experiencias o investigaciones. Es decir, lo que el pintor plasma no es nada más que una representación de la Naturaleza según se desprende del criterio de nuestro colega. Aún va más allá argumentando que el artista al rechazar el apoyo de la Naturaleza "se empobrece y limita" y se pregunta finalmente: "¿Cuál sería nuestra decadencia si consistiéramos que el Arte Abstracto no renunciara a rivalizar con su Dios?"

La idea central planteada por Delbart suena bastante atractiva si se comparan, tal como lo plantea el conferencista galo, por ejemplo, la obra "Más o Menos" de Mondrian con la microestructura de un acero al Manganeso; o también, las armonías de colores ejecutadas por Kandinsky

(\*) G. Delbart; "El Arte Abstracto y el Metalurgista"; Instituto del Hierro y del acero, 12, N° 62, 257-276, Oct-Dic. (1959)

# INGENIERIA INTEGRAL

- Estudios preliminares
- Estudios factibilidad
  - Técnica
  - Economía
- Proyectos y diseño
  - Estructurales
  - Hidráulicos
  - Plantas
  - Arquitectura
- Administración y coordinación
- Inspección técnica
- Construcción y montaje
  - Obras civiles
  - Estructuras
  - Urbanizaciones
  - Viviendas
  - Movimiento de tierra
- Fabricación
  - Prefabricación de hormigón
  - Estructuras metálicas
- Representaciones



**FARET Y CONLEY  
INGENIEROS LTDA.**

**ANTOFAGASTA**

**CASILLA 488  
TELEFONO 25683**



lo que Ud. prepare con harina GAVILLA  
tiene olor y sabor a bueno!

**CIA. MOLINERA SANTA ROSA CHILE  
S. A.**

**ZAÑARTU 68 — CASILLA 1707 — FONO 22602  
CONCEPCION**



## **FAREMA INGENIEROS**

**COMPRESORES DE AIRE**

- **FABRICACION REPUESTOS PARA COMPRESORES**
- **VENDEMOS, COMPRAMOS, ARRENDAMOS Y  
REACONDICIONAMOS COMPRESORES DE AIRE  
ESTACIONARIOS PORTATILES Y REFRIGERACION**
- **FINANCIAMOS HASTA 8 AÑOS, PAGO COMPRESORES  
IMPORTADOS**

**OFICINAS: Merced 349 - Oficina 806 - Teléfono 398414  
FABRICA: Romero 3156 - Teléfonos 97551-97109  
SANTIAGO-CHILE**

con los "efectos decorativos muy agradables" que se encuentran en los metales sometidos al ataque de ciertos reactivos.

Afirma Delbart que "una observación muy profunda de la Naturaleza ( . ), conduce casi siempre a hacer aproximaciones sorprendentes y no se trata de coincidencias fortuitas y raras, como se pretende, sino, por el contrario, completamente frecuentes. Sin duda, los pintores abstractos no han sido siempre informados de aquí o allá de los signos y formas de los que se han servido y de los que han hecho composiciones que pueden serles propias cuando son verdaderos creadores, inteligentes y sensibles".

"No es menos cierto que estos signos y formas existen al infinito en la Naturaleza, donde están además generalmente dispuestos según las leyes que se explican poco a poco según una arquitectura que parece resultara de una voluntad superior".

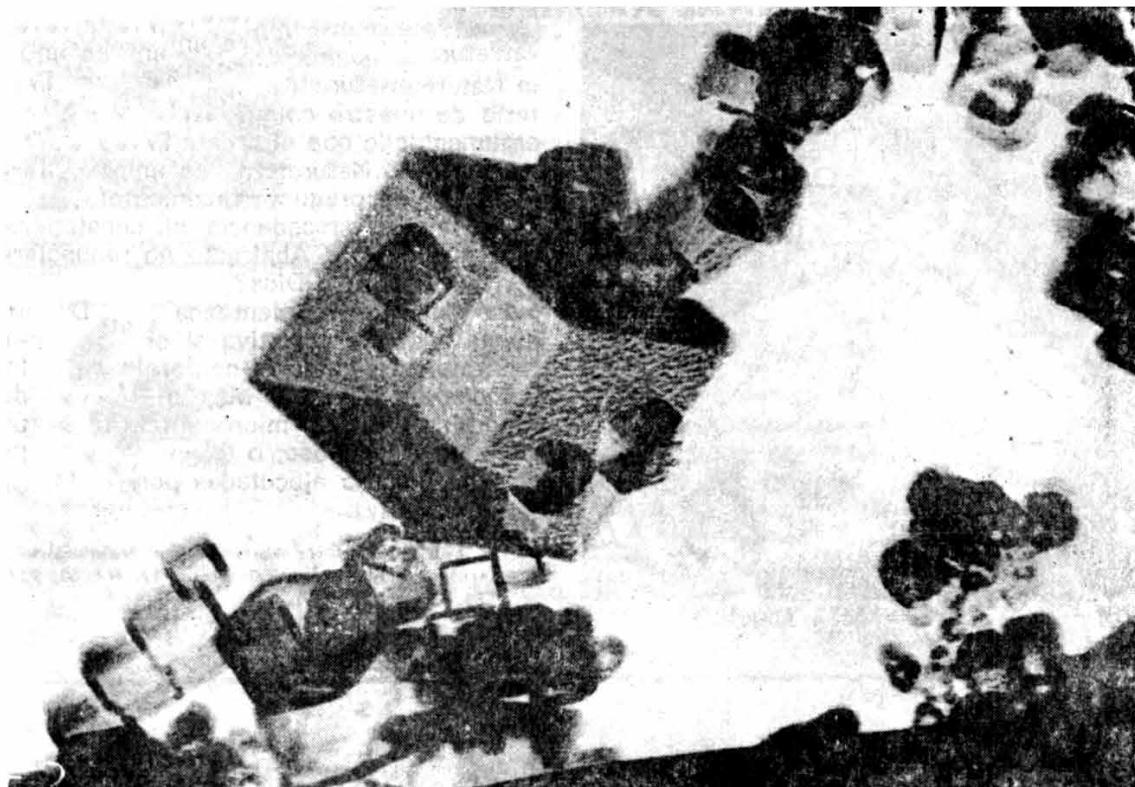
En algo tiene razón el señor Delbart, en realidad se encuentran aproximaciones sorprendentes, pero nada más que ello. El Arte Abstracto tiende a plasmar formas independientemente de su contenido figurativo, filosófico o temático, utilizando para ello los valores generales de la Pintura de todas las épocas, es decir, relaciones de colores, graduaciones de luces, equilibrio de líneas, juego de volúmenes, armonía de formas, etc. Para Guillaume Apolli-

naire y Michel Seuphor el Arte Abstracto es "el que no contiene ninguna evocación de la realidad observada". En otras palabras, es una liberación de las emociones internas del artista, producto de los ritmos esenciales de su espíritu humano.

Es fácil y muy humano escandalizarse o irritarse antes tales obras incomprensibles, trátase de un arte aún no perfectamente asimilado por el gran público, pero en ningún caso, es lícito dudar de la seriedad de los principales cultores de esta tendencia como lo hace en forma reiterada el señor Delbart. En otro plano, ¿cómo podríamos negar el aporte que realizan tantos autores a la Música Contemporánea por el solo hecho que no nos gustan sus obras? ¿Cómo no encontrar ningún valor en Piazzola porque nos emociona aún la voz del zorzal criollo? ¿Tenemos derecho a no consentir todas estas nuevas manifestaciones con una actitud medioeval?

En todo caso, nuestro colega francés hace gala de un espíritu de observación que es digno de envidia.

En resumen, no se puede estar de acuerdo con su tesis central, pero debemos reconocer que nuestras frías probetas nos sorprenden con formas bellísimas que aparecen arrancadas de la más inspirada paleta. Pero es sólo eso, interesantes coincidencias. Para muestra un botón, la figura nos muestra cristales cúbicos que resultan de la condensación de vapores de magnesio.



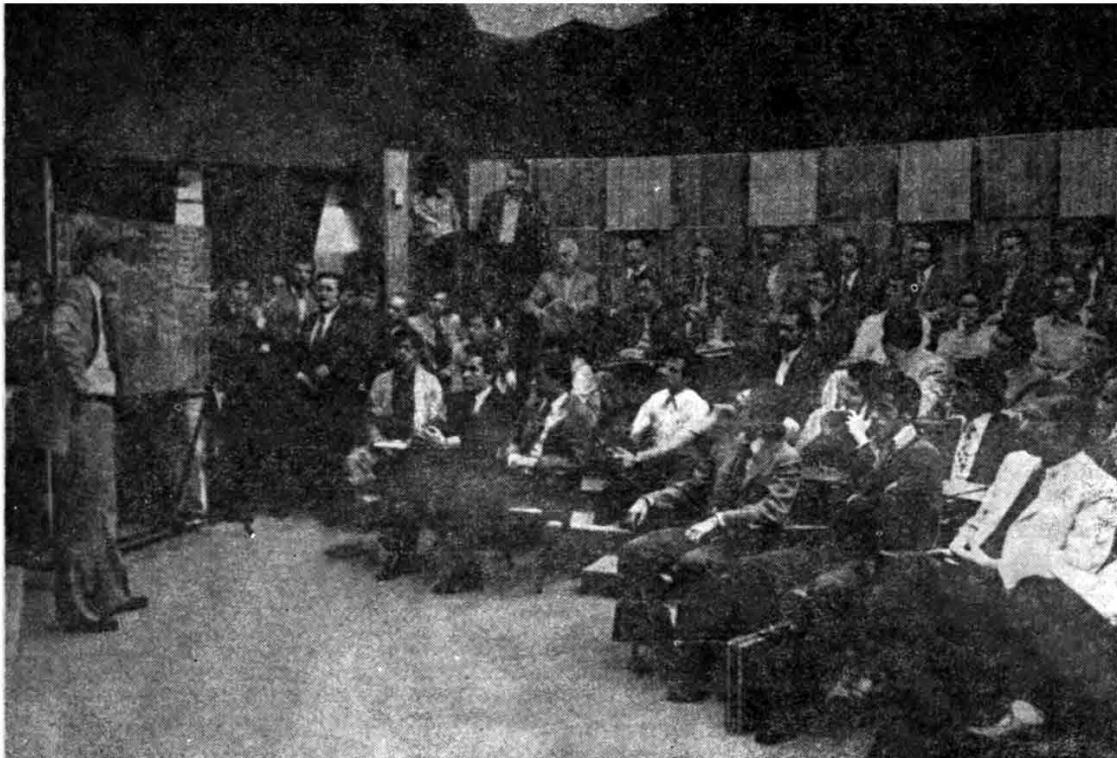


## Notas Breves

### PROGRAMA DE GRADUADOS

Durante el año académico 1976 el Departamento de Metalurgia inició el Programa de Graduados (Master) en Ciencias de la Ingeniería Metalúrgica. Se ha considerado como objetivo principal de este programa, la preparación de académicos cuya formación se base fundamentalmente en la investigación científica básica y aplicada. Ello permitirá elevar el nivel de la docencia universitaria, facilitar el ingreso de los profesores de esta corporación a los programas de doctorado, y proporcionar un adecuado mecanismo de avance en la carrera académica. Las actividades fueron inauguradas oficialmente con una conferencia sobre "Re-

cuento Histórico de la Metalurgia", dictada por el catedrático Dr. Gonzalo Castro F., profesor de la Universidad Central de Venezuela. Cabe destacar que el programa de trabajo contempla un conjunto de cursos y seminarios y una tesis experimental que le demanda al postulante una dedicación de no menos de un año a tiempo completo. De los cursos que se dictan a través del programa se pueden citar entre otros los de Estructura de Metales y Aleaciones, Seminario Avanzado de Termodinámica, Difracción de Rayos X, Solidificación de Metales, Comportamiento Mecánico de los Materiales, Transformaciones de Fases y Propiedades Electrónicas de los Materiales.



## PROFESOR BECADO

Con el propósito de realizar estudios de graduados conducentes a la obtención de un doctorado en Metalurgia y Ciencia de los Materiales, se dirigió a Estados Unidos el profesor Sr. Mario Meza Maidano.

El Sr. Meza fue agraciado con una beca de investigación por la Universidad de Pennsylvania, para especializarse en procesos de Metalurgia Química, de acuerdo con los planes de desarrollo a mediano plazo que ha elaborado el Departamento de Metalurgia de la U. T. E.

## VISITA DE EXPERTO EXTRANJERO

Recientemente visitó las dependencias e instalaciones de este Departamento, el Dr. Thomas Bell, Jefe del grupo de investigación en tratamientos térmicos del Departamento de Metalurgia y Ciencia de Materiales de la Universidad de Liverpool, Inglaterra.

El profesor Bell ofreció un seminario sobre tratamientos térmicos con el auspicio de los Departamentos de Metalurgia participantes en el Proyecto Multinacional de Metalurgia de la O. E. A. y la Asociación de Industriales Metalúrgicos, ASIMET. Dicho seminario incluyó tópicos como principios y prácticas de la nitruración del hierro, desarrollo de procesos de nitrocarburación y atmósferas usadas en tratamientos térmicos, su generación, control y aplicaciones.

## SEMINARIO INTERNACIONAL

Durante el período comprendido entre el 23 de junio y el 6 de septiembre de 1976 se llevó a cabo en la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, el segundo "Seminario Latinoamericano de Transformaciones de Fases y Tratamientos Térmicos". Los tratamientos térmicos son procesos a los cuales se pueden someter las piezas fabricadas de acero o también de una importante cantidad de aleaciones no ferrosas, con el fin de mejorar notablemente sus propiedades. Los fundamentos científicos sobre los cuales se basan esos tratamientos se estudian en la disciplina de la Metalurgia Física conocida como "Transformaciones

de Fases". El Departamento de Metalurgia fue representado en ese importante evento por el profesor Dr. Bernd Schulz E., quien haciendo uso de una beca otorgada por la O. E. A., participó activamente en el programa ofrecido.

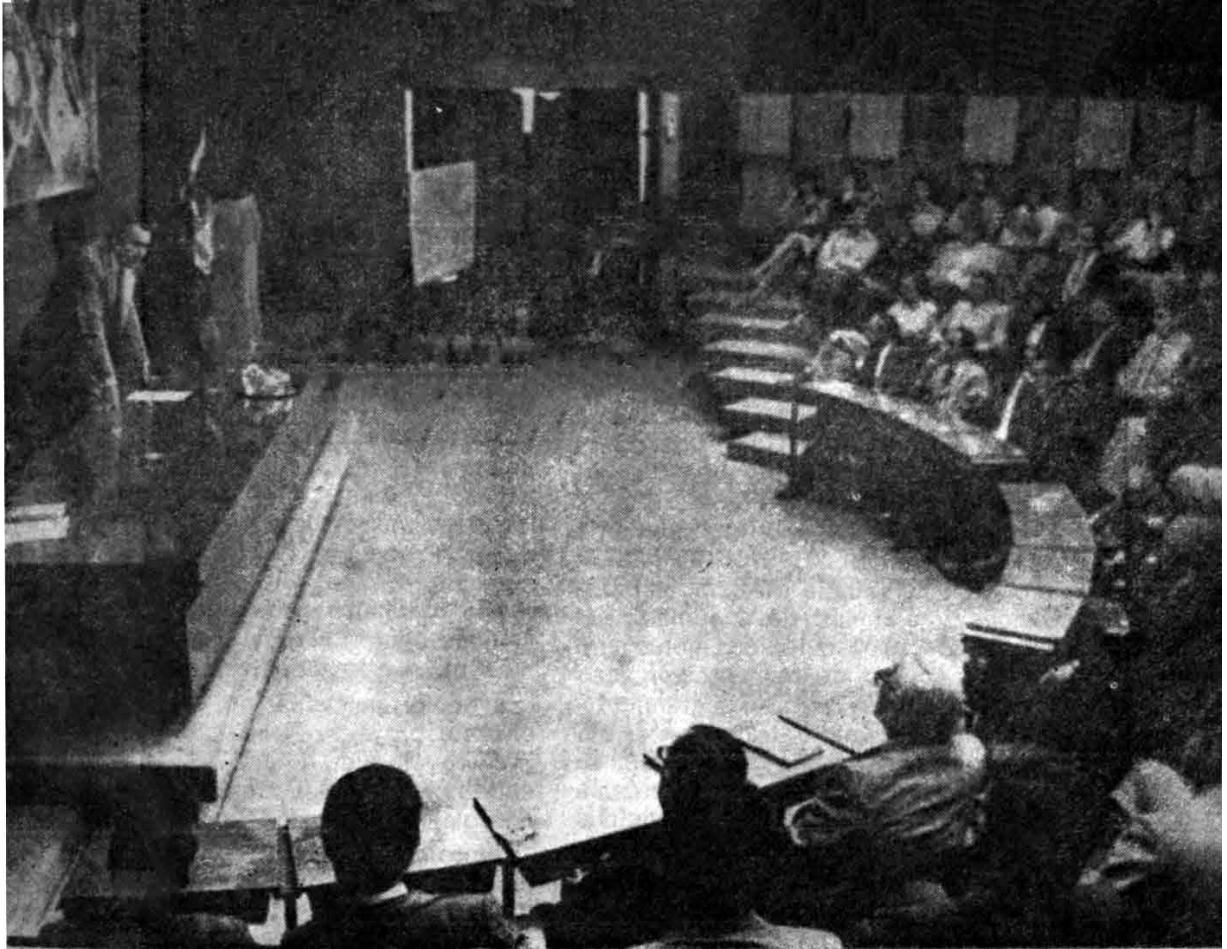
El seminario se realizó con la exposición de diversos y muy interesantes tópicos a cargo de investigadores argentinos y de destacados invitados de universidades extranjeras. Se expusieron además, temas seleccionados de algunos de los investigadores latinoamericanos becados, entre los cuales se contó con la colaboración del profesor Schulz, quien disertó sobre "Fragilidad de Revenido de Aceros Especiales Cromo-Níquel", tópico en que tiene algunas contribuciones originales. Los temas expuestos permitieron a los asistentes conocer los últimos avances en ese campo, tanto con respecto a los modelos teóricos como métodos y equipos empleados en las industrias de los países altamente industrializados. Sin lugar a dudas, el conocimiento de esas materias permitirá actualizar nuestra docencia y especialmente orientar los cursos del Programa de Graduados.

## CURSOS DE CAPACITACION

Dos importantes cursos de capacitación industrial ofrece actualmente el Departamento de Metalurgia a personal calificado de empresas del sector metalúrgico. Uno de los cursos, dictado por el profesor Sr. Juan Pinto C., a trabajadores de la empresa ELECMETAL, comprende tópicos teóricos y experimentales sobre moldeo, fundición y control de arenas de fundición. El segundo curso, dictado por el profesor Sr. Raúl Ramírez S. a técnicos de MADECO, versa sobre práctica y aplicación de la Metalografía a aceros y aleaciones no ferrosas.

## CURSO LATINOAMERICANO DE CRISTALOGRAFIA

El profesor Jorge Garín C. participó a través de una beca concedida por la Academia de Ciencias de Brasil, en la "Escuela Latinoamericana de Cristalografía", que se llevó a cabo en el Instituto de Física y Química de la Universidad de São Paulo, Brasil, durante el mes de julio pa-



sado. La cristalografía es una disciplina científica de gran aplicación. A grandes rasgos, involucra la investigación de la estructura de la materia, esto es, los arreglos atómicos que presentan los diferentes estados de la materia, las herramientas usadas en la determinación de esas estructuras, particularmente las técnicas de difracción de rayos X y electrones, y los métodos analíticos que se aplican a los diagramas de difracción.

En un sentido más profundo, sin embargo, las técnicas y resultados de la cristalografía se conjugan con aquéllos de varias otras disciplinas científicas, resultando en desarrollos significativos y, a veces, de extraordinaria importancia en esos campos. En lo referente al campo de la Metalurgia, la cristalografía proporciona información estructural en una gran gama de tópicos, en relación con la temperatura, presión y cambios de fases.

Constituye en consecuencia, una herramienta valiosa para el aporte de nuevos

conocimientos a la ciencia metalúrgica y de los materiales. La Escuela ofreció a través de un cuerpo docente compuesto por especialistas ingleses y americanos, un curso intensivo sobre "Métodos Directos para la Solución de Estructuras Cristalinas". Las materias expuestas en el curso son de interés para nuestra Especialidad y serán incluidas principalmente en los cursos de graduados.

Como una actividad anexa a esa Escuela, los participantes latinoamericanos elaboraron un proyecto para integrar un Laboratorio Latinoamericano de Cristalografía. Tal laboratorio propenderá al intercambio de información científica entre los diversos grupos de investigación y a la formación de un centro de servicios con sede en San Carlos, Brasil. Dicho centro constará de un equipo de procesamiento de fotografías de difracción de rayos X, por medio de toda la infraestructura relacionada con dicho servicio. Ese proyecto procura obtener el máximo rendimien-

to del equipo y del personal científico actualmente existente en los diversos centros latinoamericanos, para evitar la innecesaria multiplicación de esfuerzo.

## **CHARLA SOBRE TRATAMIENTOS TERMICOS**

Con el auspicio de la Empresa Comercial KUPFER S. A. y el Departamento de Metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la U. T. E. se ofreció una charla sobre "Tratamientos Térmicos", dictada por el Ingeniero Federico Kade, representante de la empresa DEGUSSA-ARGENTINA. Con una gran asistencia de especialistas, académicos y alumnos de Ingeniería, el Ingeniero Kade expuso tópicos como carburación de aceros de cementación, carbonitruración, baños para calentamiento, martempering, revenido, tratamiento térmico de aceros rápidos y accesorios. La exposición fue seguida de una interesante película exhibiendo métodos y equipos modernos utilizados en toda clase de tratamientos térmicos.

## **PROYECTO DE SOLIDIFICACION**

Un importante proyecto de investigación sobre solidificación de metales y aleaciones, presentado por este Departamento, fue aprobado por la O. E. A. a través del Proyecto Multinacional de Metalurgia. Se espera con este proyecto lograr una consolidación y su posible contribución a la solución de problemas aplicados y, la incorporación de ese campo al Programa de graduados de nuestro Departamento.

Las acciones propuestas a corto plazo

comprenden la realización de un curso sobre "solidificación de metales" a nivel de graduados por el profesor visitante, adiestramiento de algunos académicos en procesos de solidificación bajo la supervisión de personal internacional, realización de un curso de perfeccionamiento y especialización en "aplicación de la solidificación a los procesos industriales" destinado a ingenieros de la industria, por parte de académicos de la U. T. E., entrenamiento de investigadores en el Centro mediante la participación directa en proyectos de investigación, realización de proyectos de investigación en el área de solidificación, difusión de la labor realizada mediante publicaciones y adquisición de equipo menor y materiales fungibles para la investigación.

Especial participación en la iniciación de este proyecto ha llevado a cabo el ingeniero Heraldo Biloni, jefe del área de solidificación de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina.

Junto con inaugurar el proyecto con una conferencia sobre "Investigación en Metalurgia y Materiales", con asistencia de las más altas autoridades de la Universidad, el ingeniero Biloni dictó un curso avanzado e intensivo para solidificación de Metales, en el que participaron investigadores y académicos de las Universidades chilenas. El profesor Biloni regresará a su país después de un mes y medio de intensa labor cumplida en este Departamento. En una segunda etapa contaremos con su colaboración orientada fundamentalmente a la investigación programada en el proyecto. Esta se llevará a cabo sobre el cobre y sus aleaciones en los procesos de solidificación.

## **PRODUCCION FORESTAL**

**ASERRADERO — EXPLOTACION DE BOSQUES  
PLANTACIONES FORESTALES — FORESTACIONES**

**ANIBAL PINTO 531 — OFICINA 38 — CASILLA 133  
CONCEPCION**



# ARMCO CHILE S. A. M. I.



Fábrica de Bolas para Molienda

FABRICA CAMINO INDUSTRIAS  
ANEXAS A CAP  
Casilla 1157 - Concepción  
Cables "ARMCO"  
Teléfono 41657 - Talcahuano

S A N T I A G O  
MONEDA 1040 - Oficina 1202  
Casilla 13475  
Cables "ARMCO"  
Teléfono 86265

## Francisco Cárdenas M.

AGENTE DE ADUANA

BRASILERA 865 - FONO 22913  
CASILLA 67-D  
PUNTA ARENAS

## Electro Almacén

ENRIQUE SCHADENBERG

Técnico Electricista

ROCA 960 — FONO 22414  
CASILLA 49  
PUNTA ARENAS

## Tienda La Florida Ltda.

SUC. DE SIMON ADES Y CIA. LTDA.

BORIES 520 — CASILLA 408  
PUNTA ARENAS

## Oscar Violic Martinovic

Ingeniero Civil

ROCA 930 — CASILLA 233  
FONO 22462  
PUNTA ARENAS

## SUPERMERCADO LISTO

AL DECANO  
DE LOS SUPERMERCADOS  
Saluda a los Estudiantes de la UTE  
PUNTA ARENAS-CHILE

## Ferretería Austral

ALVAREZ FLOEGEL Y CIA. LTDA.  
ERRAZURIZ 845 — FONO 21476  
CASILLA 338  
PUNTA ARENAS

**Florencio Droguett e Hijos**

MERCADO MUNICIPAL — FONO 497  
COPIAPO

**PAVIC**  
Y CIA

BAQUEDANO 640 - FONO 21882  
CASILLA 1156  
TELEX: MANOR 10147 CL  
ANTOFAGASTA (CHILE)

**MARTINEZ Y RUBIN**

CONSTRUCCIONES LTDA.

AVENIDA BULNES 01240  
FONOS 21203-22276 — CASILLA 707  
PUNTA ARENAS-CHILE

MAESTRANZA INDUSTRIAL  
CONCEPCION Ltda.

BELLAVISTA 1598 — FONO 28200 — CASILLA 2026  
CONCEPCION - CHILE



GENTILEZA DE:

**MANGANESOS ATACAMA S. A.**

AGUSTINAS 1022 — OF. 920 — FONO 66069  
SANTIAGO

**Autoservicio "P R A T"**

ZENTENO 96 — FONO 22228  
PUNTA ARENAS

**un secreto**

**a voces**

**LIVACIC**

**el mejor !!**



Para su mejor atención

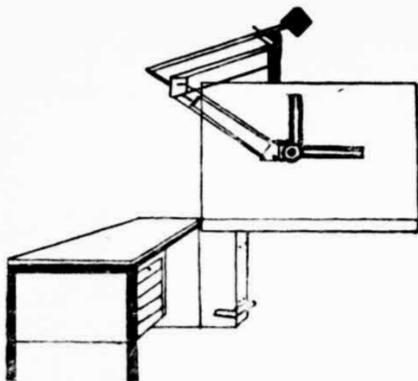
**AUTOSERVICIO  
“LIVACIC”**

**ESTEBAN LIVACIC**

**21 DE MAYO N° 1198 — CASILLA 1**

**TELEFONOS: 21035-23328 — DIREC. TEL. HARLIV**

**PUNTA ARENAS**



### MEX Y CIA. S. A., GRAFICA

Distribuidores exclusivos de productos TORRE

—IMPORTADORES DE ARTICULOS PARA ARQUITECTOS E INGENIEROS.

—EQUIPOS DE DIBUJO "KUHLMANN"; MAQUINAS COPIADORAS Y REVELADORAS "METEM", ETC.

—ARTICULOS DE ESCRITORIO EN GENERAL Y PARA ESCOLARES.

Proveedores de la Industria Gráfica

VALPARAISO - SANTIAGO - CONCEPCION  
CASILLA 1700 CASILLA 1264 CASILLA 1507  
ANTOFAGASTA — CASILLA 380

## HERNAN TELLERIA RAMIREZ

AGENTE GENERAL DE ADUANA

PLAZA JUSTICIA 45 — OF : 401 - 402 - 404

FONOS : 56379 - 7263

TELEX 30372 — CASILLA 1012

VALPARAISO

## Estación de Servicio



CONS. AUTORIZADO GENERAL MOTORS CHILE S. A.

MECANICA GENERAL — DESABOLLADURA — PINTURA

AV BRASIL ESQ. BELLAVISTA 167

TEL. 56170 - 7941 — CAS. 85-V — VALPARAISO

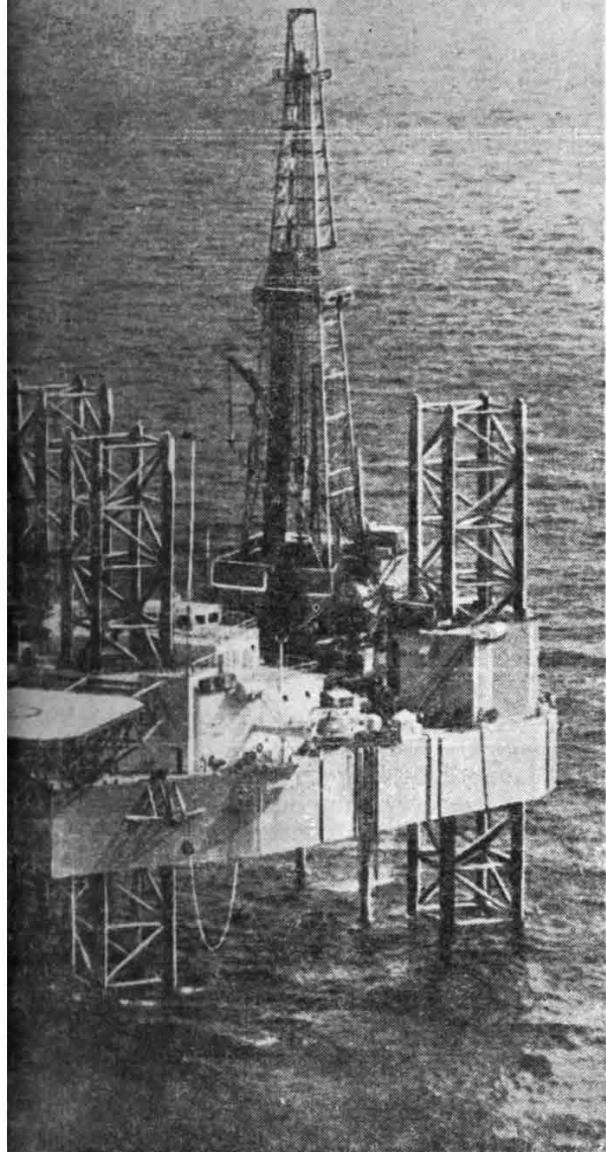
GENTILEZA DE:

## Cia. Minera de Exportación S. A.

## COMINEX S. A.

BANDERA 60 - PISO 6.<sup>o</sup> - TELEFONOS 85265 - 87784

S A N T I A G O



## **Etapa inicial de perforación costafuera en el Estrecho de Magallanes efectuado por ENAP**

El 29 de mayo de 1976 comenzó el remolque del Jack-Up Nugget arrendado por la Empresa, por un lapso de 3 años a DIAMOND M. DRILLING CO. Luego de haber cumplido satisfactoriamente las pruebas efectuadas en los Astilleros de la LEVINGSTON SHIPBUILDING COMPANY inició su viaje desde PORT ARTHUR TEXAS A PUNTA DUNGENESS en el Estrecho de Magallanes.

La Corporación Marina Sud Africana, propietaria del S. A. Wolraad Woltemade, el mayor remolcador operando actualmente en el mundo, con una potencia indicada de 26.200 HP y 2.900 TON BRUTOS, fue contratada para efectuar el traslado de 75 días aproximadamente con una escala en el puerto Salvador en Brasil, para reabastecer combustible y cambiar tripulación.

La ubicación del Nugget el día 21 de junio era de 10.15° Latitud Norte y 51.20° Longitud Oeste, navegando a una velocidad promedio de 4.13 nudos. La plataforma se encuentra en estos momentos iniciando la perforación del Primer Pozo: Dungeness X-18.

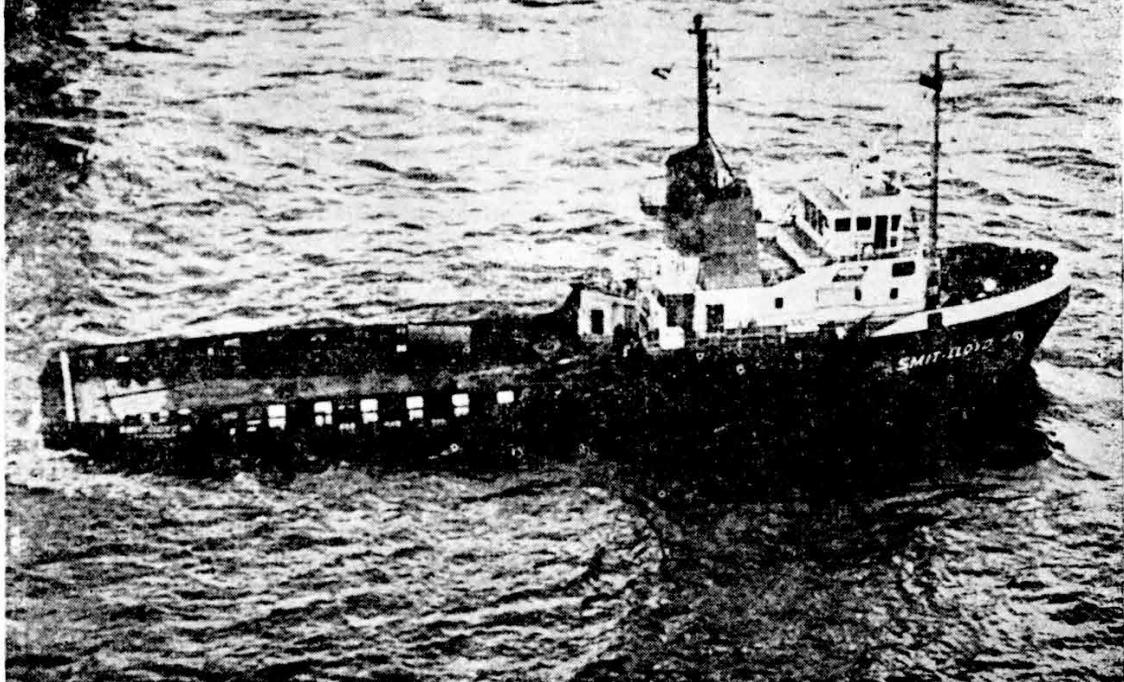
El SMITH LLOYD 41 y SMITH LLOYD 44, dos remolcadores de la SMITH LLOYD B. V. con una potencia de 4.000 HP c/u., saldrán a esperar la plataforma al ATLANTICO y ayudarán en el remolque hasta PUNTA DUNGENESS, en este lugar se completará la erección de las tres columnas de apoyo de la Plataforma, ya que su largo total no permite un remolque seguro en alta mar.

Los dos remolcadores 41 y 44 de la SMITH LLOYD B.V. cumplirán labores de transporte de material y personal y ayudados por el remolcador AMADEO, propiedad de COMAPA, de 1.800 HP de potencia indicada, efectuarán los cambios de ubicación de la Plataforma, estos cambios requieren a lo menos de una Potencia de 11.000 HP.

La Plataforma Nugget es del tipo autoelevatriz, ésto significa que utilizando las tres columnas de soporte puede apoyarse en el fondo marino y levantarse sobre el agua quedando en condiciones de perforar hasta 9 pozos en cada ubicación (1 vertical y 8 pozos dirigidos).

Sus principales características son:

Tipo autoelevatriz, tres columnas de apoyo, Plataforma de Perforación móvil, con capacidad para perforar hasta 9.000



metros y en una profundidad de agua de 92 metros:

Largo: 63,5 mts.

Ancho: 54,3 mts.

Puntal: 6,7 mts.

Columnas de apoyo: 3 de 127.5 mts. c/u.  
Sistema de propulsión: 2 motores de 750

HP c/u:

Capacidad alojamiento: 54 personas

Agua para perforación: 900.000 lts.

Combustible: 672.157 lts.

Agua Potable: 146.475 lts.

Desalinizadora Agua Mar: 1.300 lts/hr.

El Equipo de Perforación está compuesto por:

1. Torre tipo Pyramid de 45 x 9 x 9 mts., para 568 ton. de capacidad de levantamiento.

1. Winche Oilwell E-3000.

2. Bombas Oilwell 1.700 PT triplex.

1. Mesa rotatoria de 37 1/2 pulgadas.

Está equipada con 2 grúas de 45 Ton. c/u. para los movimientos de personal y carga a los remolcadores.

Cuenta con un helipuerto en el cual pueden operar helicópteros de 10 pasajeros.

La potencia de Operación es suministrada por 2 motores EMD de 16 cilindros y 2.250 HP acoplados a generadores de 1.500 KW 600 V y un motor EMD de 8 cilindros y 1.100 HP acoplados a un generador de 700 KW 600 V.

Como equipo de salvataje en caso de abandono de la plataforma por alguna

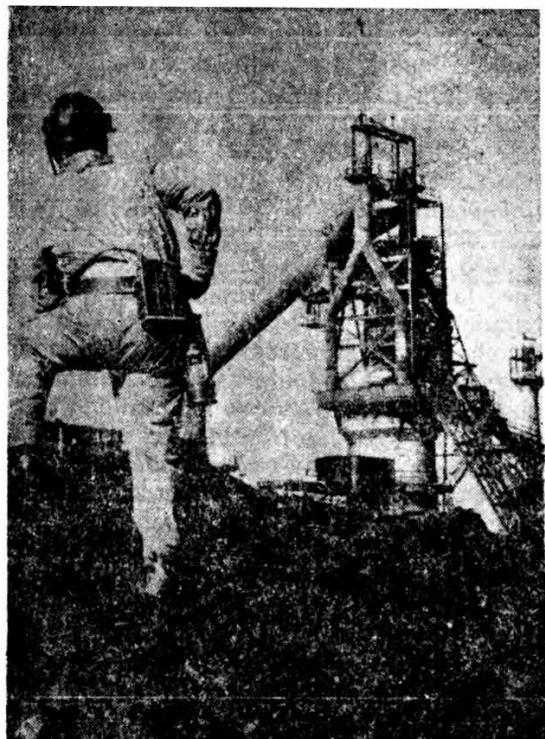
emergencia, está provista de 2 cápsulas esféricas BRUCKER para 28 personas, la que es lanzada al agua desde su interior. Estas cápsulas están construidas de fibra de vidrio y son impulsadas por motores diesel y timoneadas desde ella.

Por motivos de permanencia prolongada en el mar, cada unidad consta de: 1 unidad desalinizadora de agua; circuito de regeneración del aire; baño químico; alimento concentrado para varios días y si se encuentran rodeados por las llamas están provistas de un sistema de cortina de agua que les permite navegar a través de estos.

#### MOTIVOS QUE LLEVARON A ENAP A DESARROLLAR ESTE IMPORTANTE PROYECTO

Después de un detenido estudio y entregados los antecedentes por Geólogos y Sísmicos, permitieron a ENAP estimar las reservas de Petróleo y Gas condensado bajo las aguas del Estrecho de Magallanes en unos 35 millones de m<sup>3</sup> de petróleo y las reservas de gas estimadas 80.000 millones de m<sup>3</sup>. Este proyecto permitirá a ENAP duplicar las reservas probadas de Petróleo descubiertas y desarrolladas en 30 años de labor e incrementar considerablemente sus reservas de Gas, y así seguir aportando a nuestra economía y al país como FUENTE ENERGYGETICA DE CHILE.

# El Desafío Minero en el Carbón Chileno



## PERSPECTIVAS PARA EL CARBON

La industria carbonera chilena, al igual que las del resto del mundo, ha sufrido tres décadas de depresión causada por la aparición en los años posteriores a la segunda guerra mundial, de abundantes

fuentes de petróleo, su competidor principal en la industria y especialmente en el campo de la generación de energía eléctrica.

La posibilidad de usar petróleo, que además de ser más barato ofrecía las ventajas adicionales de ser fácil de transportar, almacenar y manejar, indujo a un rápido reemplazo de carbón a petróleo para todos los fines susceptibles al cambio.

En forma muy dramática, a fines del año 1973 y a comienzos del año 1974, alteraciones en la política de precios acordadas por los países productores de petróleo agrupados en O. P. E. P. resultaron en dos fuertes subidas en los precios del petróleo pasando el carbón de una posición de carencia de capacidad competitiva a una que resultaba más barato que el petróleo, incluso para la generación termoeléctrica.

Enfrentando esta situación, los usuarios del petróleo han tenido que revisar sus costos de combustibles con el resultado de que se está programando la conversión a carbón en instalaciones existentes y planificando futuras instalaciones en base a carbón.

El uso de carbón en vez de petróleo no traerá beneficios a los usuarios solamente. Países con yacimientos carboníferos y reservas suficientes para las necesidades nacionales y que no tienen petróleo suficiente para auto-abastecerse, podrán robustecer sus economías nacionales evitando la fuga de divisas necesarias para la importación de petróleo. Por este motivo se ha visto un auge en los proyectos de exploración de yacimientos carboníferos en todo el mundo.

Un estudio de los probables aumentos en el consumo del carbón en Chile ha resultado en las cifras de demanda para los próximos cinco años, que se indican a continuación, en comparación con el presente año:

## POSIBLE NIVEL DE VENTAS ENACAR (K. Toneladas)

1976	1977	1978	1979	1980	1981
1.042	1.370	1.670	1.925	2.460	2.590

Estas cifras representan la espina dorsal del desafío minero en la industria carbonera chilena.

## RESERVAS

La Empresa Nacional del Carbón está explotando cinco minas en la Octava Región en las localidades de Lota, Schwaiger, Curanilahue, Pilpilco y Lebu; además existen otras reservas en la zona que vendrán a reemplazar las actuales minas en el futuro. Considerando, solamente, las minas en explotación, hay reservas para el nivel del mercado previsto para el año 1981 suficientes para 28 años. Si consideramos además las otras reservas reconocidas, llegaríamos a 41 años y si tomamos las posibles reservas totales, hay carbón para más de 100 años.

ENACAR debe ejecutar un programa de exploración para mantener las reservas reconocidas al nivel actual y además hacer sondajes de reconocimiento estructural para la planificación en detalle de las nuevas minas que deben reemplazar a las de Cólico Sur y Trongol dentro de ocho a diez años.

## EL DESAFIO EMPRESARIAL Y PERSONAL

El programa que se presenta para la industria del carbón en los próximos años es un desafío no solamente para la Empresa como tal, sino para cada uno de los individuos, profesionales, empleados y mineros que la componen, de manera tal que la acción mancomunada permita enfrentar con los menores problemas posibles una ampliación que significará más que duplicar sus actuales niveles de producción.

La Empresa como tal, puso en marcha el Plan de Expansión de sus minas el año 1971 para poder tener la capacidad extractiva necesaria que el futuro consumo requiera. Los proyectos de ampliación de la industria están planificados en su totalidad y muchos de ellos se encuentran en ejecución. Teniendo la dotación de personal suficiente, los trabajos mineros están avanzando.

La industria cuenta con la dotación de profesionales suficientes para sus necesidades, muchos de ellos jóvenes que se han incorporado en los últimos años y que se están perfeccionando en las técnicas especiales que requieren algunos proyectos del Plan de Expansión.

La reorganización de la Empresa en el

zño 1974 consideró la formación de una Superintendencia de Capacitación y Desarrollo del Personal, encargada de asesorar a la línea ejecutiva en la preparación de su personal para enfrentar los cambios tecnológicos involucrados en el Plan de Expansión.

En los primeros frentes mecanizados de arranque de carbón se ha podido comprobar que el personal ya entrenado está bien capacitado para realizar sus nuevas tareas. Este solo ejemplo señala que las medidas que se están adoptando en este sentido aseguran que el personal de la industria estará en condiciones de enfrentar su propio desafío minero.

La depresión de mercado de carbón en los últimos años ha producido grandes existencias de carbón en las "canchas" de ENACAR, dejando a la Empresa en una situación financiera difícil dentro de la cual las posibilidades de llevar a cabo nuevas inversiones son escasas.

En gran parte el éxito que podrá tener el Plan de Expansión depende ahora en que se formalicen rápidamente los acuerdos comerciales que permitirán lograr un financiamiento para las inversiones pendientes.

Pero junto a este desafío para el carbón, la Empresa se preocupa de los trabajadores; por tal razón, junto al Plan de Expansión se está realizando también diversos planes sociales y habitacionales, que se están llevando a la realidad conjuntamente con los Ministerios de Gobierno. Así, la Empresa está colaborando con los organismos gubernamentales respectivos, cuyos planes están enfocados a erradicar las malas condiciones de viviendas en las zonas mineras.

Los trabajadores, en su condición de pobladores o vecinos están tomando conciencia que solamente ellos en forma organizada pueden ir superando y solucionando sus propios problemas. La Empresa en este aspecto también está colaborando de tal forma que ha reorganizado la Sub-Gerencia de Relaciones Industriales, creando la Superintendencia de Bienestar y Desarrollo de la Comunidad.

Así, unidos, Gobierno, Empresa y trabajadores se enfrentarán con muchas posibilidades de éxito el futuro que les espera. El esfuerzo desplegado y la acción, mancomunada, permitirán salir airoso en este desafío.



**INDUSTRIA MECANICA ARTURO PREISLER**

MAQUINARIAS Y ACCESORIOS PARA LA  
INDUSTRIA DEL AGRO Y ALIMENTARIA

TRANSPORTADORES convencionales y especiales

Vías aéreas y Transportadores para Packing  
TECNOLOGIA avanzada, calidad y precios competitivos  
internacionalmente

**VICUÑA MACKENNA 6847 — FONOS 213055-213617  
CASILLA 2587 — SANTIAGO**

# **JuPeMar**

**JUAN PEDRO MARTINEZ & CIA.**

**CONSTRUCCIONES**

AVENIDA BULNES ESQ. HORNILLAS

TELEFONO 23180

Dirección Telegráfica "JUPEMAR"

CASILLA 758 PUNTA ARENAS CHILE



**KATZ JOHNSON Y CIA.**  
INGENIERIA

- INGENIERIA ELECTRICA
- INGENIERIA MECANICA
- INGENIERIA INDUSTRIAL
- INGENIERIA CIVIL SANITARIA
- MONTAJES TERMICOS
- IMPORTACION DE MAQUINARIAS  
Y EQUIPOS

SANTIAGO Antonio Varas 454 — Fonos 40030-254054 — Télex 40654 — Cas. 16222 — Correo 9  
ANTOFAGASTA — VALPARAISO — CONCEPCION

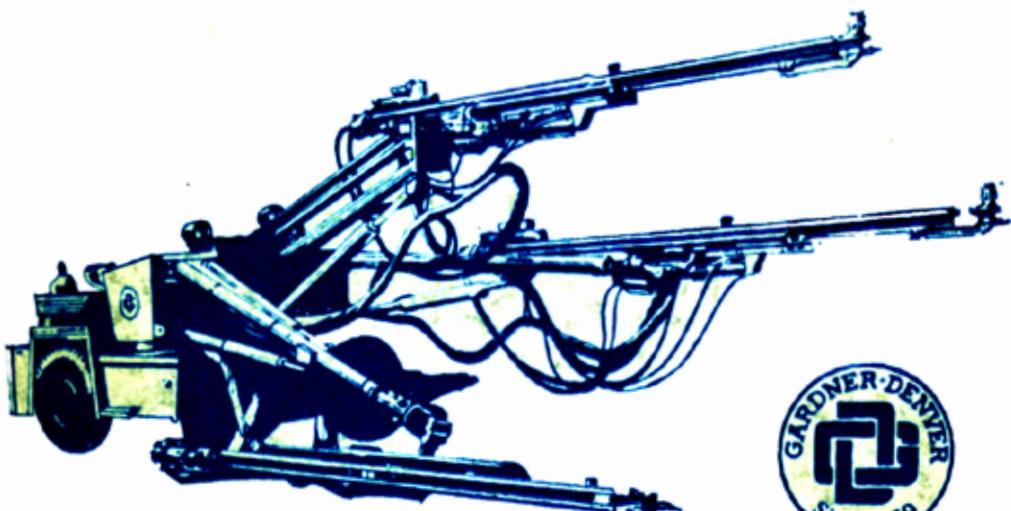
**EQUIPOS PARA MINERIA, PETROLEO E INDUSTRIA**

Representantes Exclusivos para Chile

SAO

**MAURICIO HOCHSCHILD S.A.I.C.**

AGUSTINAS 1360 — FONO 82816 — CASILLA 153-D — SANTIAGO



**GARDNER-DENVER**