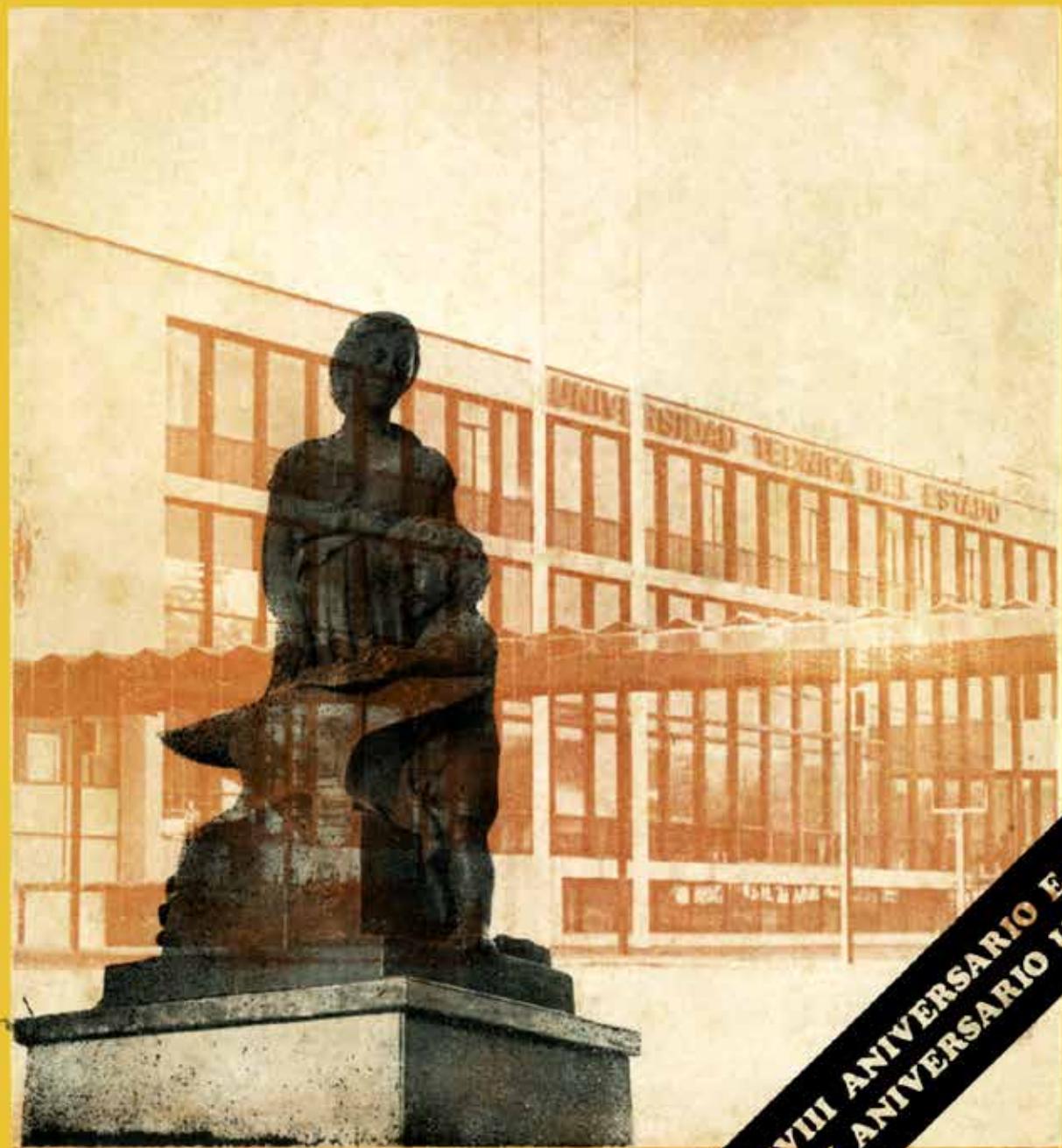




CONTACTO

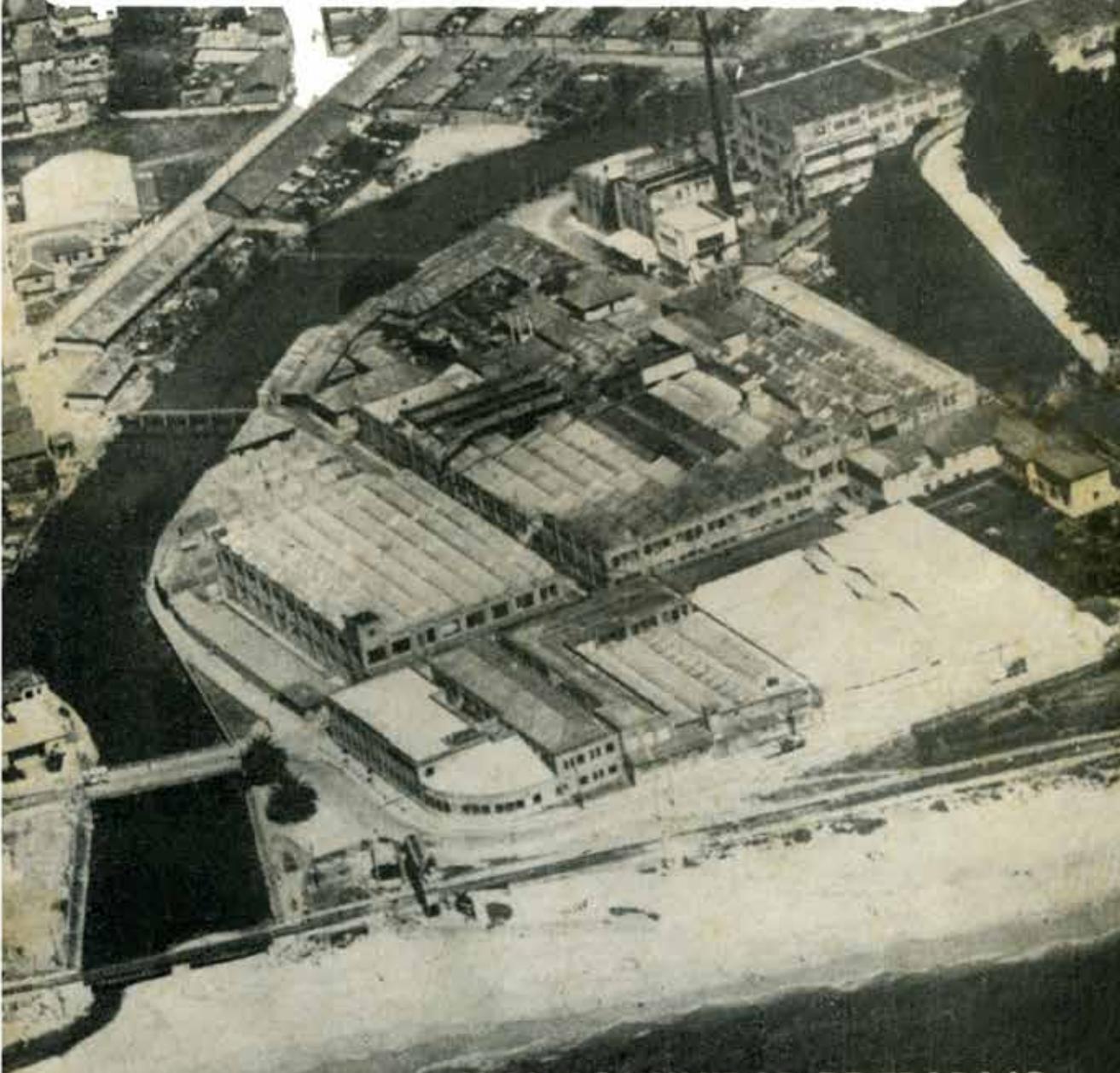
Revista del Departamento de METALURGIA
UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO - FACULTAD DE INGENIERIA



XXVIII ANIVERSARIO E.A.O.
XXV ANIVERSARIO U.T.E.



COOPERATIVA
BELLAVISTA-TOME
MATIAS COUSÍN 64 - 2º PISO
FONOS: 87254-712816
SANTIAGO DE CHILE



UNA COMUNIDAD DE TRABAJO
AL SERVICIO DE CHILE
Y DE LA OCTAVA REGION



EUGENIO REYES TASTETS
Rector UTE

LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO EN SU TRIGESIMO ANIVERSARIO

Seis de julio de 1977. Más que un nuevo aniversario de la UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO, la fecha define un periodo de treinta años de ininterrumpida y fecunda labor desde la creación de nuestra Corporación, al servicio de los más altos intereses nacionales. En efecto, su fundación se remonta al año 1947, como resultado de profundas luchas libradas por ilustres profesionales chilenos, enmarcadas en un periodo de dinámicas transformaciones estructurales que permitiesen su fácil adecuación a la actividad productora nacional.

En el devenir histórico de la Universidad dos escuelas marcaron cada una toda una época: la centenaria Escuela de Artes y Oficios, cuna de artífices y maestros, aún de héroes de la patria, y la Escuela de Ingenieros Industriales, centro del esfuerzo y del saber superior. Integran hoy en día nuestro plantel universitario sus Facultades, Escuelas Tecnológicas y Sedes distribuidas a lo largo de nuestra loca geografía, desde los asoleados y desérticos parajes nortinos hasta las frías estepas de la región austral.

Durante los últimos años la Universidad Técnica del Estado ha experimentado una profunda y completa reestructuración, adecuada a todos los ámbitos de la actividad nacional en el proceso de desarrollo del país. Ha alcanzado así un sitial de prestigio que va más allá de nuestras fronteras, bajo la certeza conducción de su máxima autoridad, un profesional juicioso y de extraordinario criterio y visión universitaria.

Al término de treinta años de existencia, deseamos rendir a través de estas páginas de CONTACTO, un sencillo homenaje a todos los hombres y mujeres que hacen de la Universidad Técnica del Estado lo que ella es, y a los que por ella pasaron, entregando todo una vida de enseñanzas y experiencias.

Hacemos votos porque en el incesante y bullicio progreso del país nuestra Universidad siempre diga: ¡PRESENTE!



CONTACTO

UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO
FACULTAD DE INGENIERIA

REVISTA CONTACTO

Departamento de Metalurgia

Nº 3

Julio 1977

Director:

Dr. JORGE GARIN C.

Sub-Director:

Ing. RAUL RAMIREZ S.

Colaboran en esta

Edición:

Ing. Braulio Flores

Ing. Ariel López

Ing. Carlos Parra

Ing. Jaime Rauld

Ing. Rodolfo Reyes

Prof. Annulfo Rivera

Ing. Modesto San Miguel

Dr. Nelson Santander

Dr. Bernd Schulz

Ing. Jaime Torreblanca

Sr. Juan Valencia

Dr. Alfonso Vásquez

Dr. Akira Yazawa.

Publicidad:

Antonio Riera Ortega

Hernán Jeldos Meneses

Teléfono 567345

●

Nuestra Portada:

Frontis de la Casa Central de la Universidad Técnica del Estado.

S U M A R I O

Escuela de Artes y Oficios, Cuna de la Universidad Técnica del Estado.

Antecedentes Históricos y Avances Tecnológicos en la Concentrador de la División Salvador de CODELCO - CHILE.

La Escuela de Ingenieros Industriales, Centro del Esfuerzo y del Saber.

Las Bacterias y su Aventura en el Reino Mineral.

Tendencias Generales Actuales en Pirometalurgia del Cobre.

Forjadores de una Nueva Ciencia: John Chipman.

Un Seis de Julio.

La Bolsa de Metales de Londres y su Incidencia en el Precio del Cobre. Foto: Braulio Flores.

Presencia de un Trozo de Historia de la Metalurgia en nuestra Universidad.

El Artículo.

La Imperiosidad de Enriquecer y Corregir Nuestro Léxico Metalúrgico.

La Metalurgia Llevada al Campo de las Abstracciones. Dr. Alfonso Vásquez.

NOTAS BREVES.

METALOGRAMA.

Primeramente deseo felicitar al Dr. JORGE GARIN C., Director del Depto. de Metallurgia, Facultad de Ingeniería de la U.T.E., quien ha lanzado a la comunidad universitaria la revista "CONTACTO" en colaboración con los colegas de su Departamento.

Considero dicho informativo de gran interés, más aún, cuando sus páginas han sido dedicadas a dar conocimiento público de determinadas investigaciones sobre la Metallurgia.

Este artículo no tratará una investigación sino que estará dedicado a hacer un recuerdo histórico.

La Escuela de Artes y Oficios está de gala. El 6 de julio de 1977 cumple 128 años

de labor educacional. Conocida como la Primera Escuela Industrial de América y cariñosamente llamada la "Madre Escuela".

Miremos retrospectivamente y evoquemos el pensamiento de quienes impulsaron y promovieron la creación de la Escuela Centenaria.

En el decenio 1841-1851 encontramos al sucesor de Prieto, Dr. Manuel Bulnes, quien con la colaboración directa y laboriosa de su Ministro de Educación Pública Dr. Manuel Montt y con fecundas ideas fundó diferentes establecimientos educacionales, tales como: la Universidad de Chile, Escuela Normal de Preceptores, Conservatorio Nacional de Música, Academia de Pin-

tura, la Escuela de Artes y Oficios, etc.

Pero quien dio principal auge a la creación de nuestra Escuela con fe y optimismo en su futuro, fue Dr. Manuel Montt, ex rector del Instituto Nacional.

Su pensamiento está estampado y perdura en carta que envió al Congreso Nacional el 16 de septiembre de 1844 y que dice:

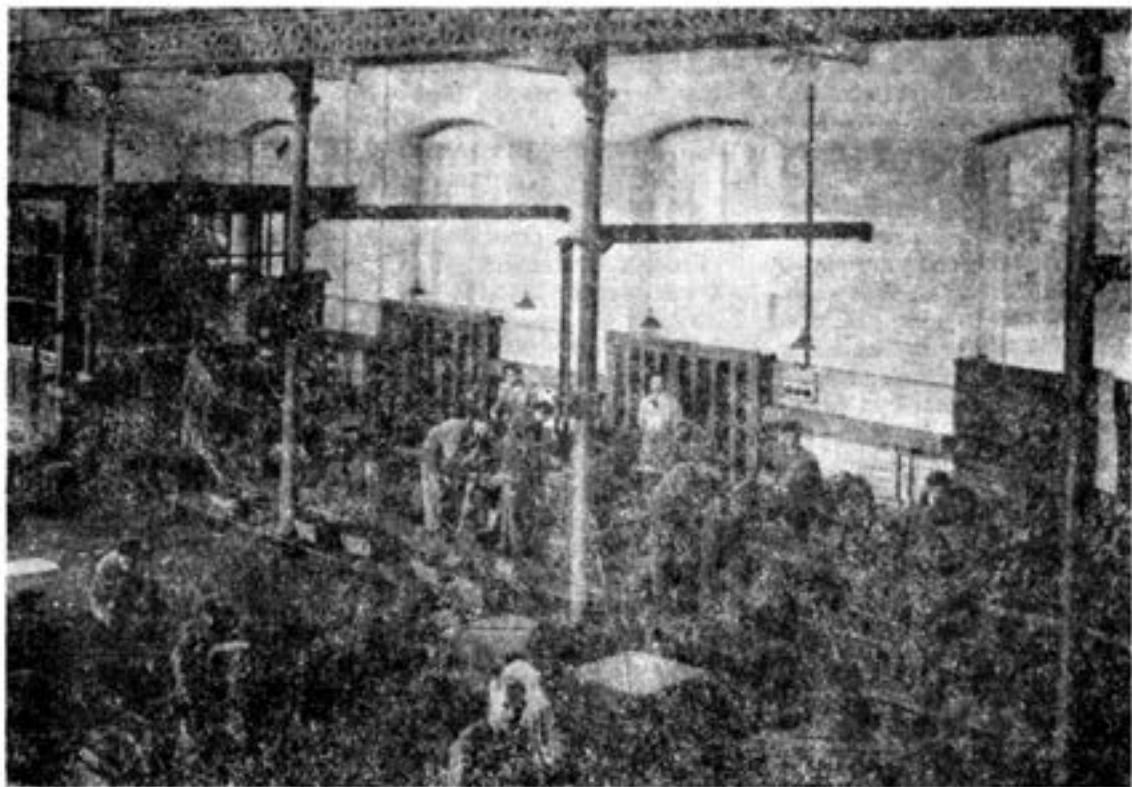
"No basta desarrollar la inteligencia de los ciudadanos en las Escuelas Primarias, es preciso desarrollar también sus medios de bienestar... Es preciso que a la instrucción primaria, siga una instrucción de aplicación".

El Ministro Montt afirmaba que la única manera de con-

ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS CUNA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO



Prof. Aníbal Rivera Fuenzalida
Director Grado Técnico
Profesional U.T.E.



seguir este objetivo era crear en Santiago una Escuela de Artes y Oficios que pudiera entregar con el tiempo maestros idóneos con el fin de ir estableciendo en toda la República establecimientos del mismo género.

Concretamente, en el presupuesto de 1845 se aprobó la suma de 19.000 pesos para la instalación del citado Establecimiento Educacional, suma que en aquel entonces, sólo alcanzó para adquirir un sitio e iniciar la construcción de un edificio, que duró largos cuatro años.

El empuje de Dn. Manuel Montt se ve cristalizado más tarde con Dn. Salvador Sanfuentes, como Ministro de Educación primero y luego como Superintendente de la Escuela de Artes y Oficios en decreto del 6 de julio de 1849

en el cual lo que era sólo una idea se convertía en realidad. En este decreto se facultaba al Sr. Sanfuentes para que reglamentara el tipo de enseñanza, trabajo y orden económico interno del establecimiento.

Se contrata en Francia al Ingeniero y profesor francés Dn. Julio Jariez, Subdirector de la Escuela de Artes y Oficios de Chalons, quien con conocimientos técnicos y administrativos es el encargado de poner en funcionamiento el plantel, con el cargo de Director de la Escuela.

Pero no basta una sola persona, se contratan, además, los servicios de cuatro maestros especialistas que se harían cargo de la enseñanza práctica en los talleres de primera importancia que necesitaba el país. Estos franceses

fueron: Alejandro Guillier, Mecánica; Enrique Depelchin, Carpintería; Eugenio Barlier, Herrería, y Carlomagno Debois, Fundición.

Con fecha 18 de septiembre el primer Director de la E.A.O. Dn. Julio Jariez, pronuncia un discurso con el cual se inaugura la E.A.O. para el bien del desarrollo industrial y educacional del país.

Le corresponde a Dn. Manuel Bulnes al término de su periodo presidencial, dictar la reglamentación definitiva para la E.A.O., en la cual se decía que:

"La E.A.O. tiene por objeto formar competentemente a cierto número de artesanos instruidos, laboriosos y honrados, que con su ejemplo contribuyan al progreso de la in-

dustria chilena y a la reforma de nuestra clase trabajadora"

También se establecía que la enseñanza es gratuita, que los cursos durarían cuatro años y que la jornada de estudios sería teórica y práctica. En teoría se enseñaría: Gramática Castellana, Historia de Chile, Geografía, Religión, Dibujo, Música y Matemáticas. En la parte técnica se enseñaría: Mecánica Industrial y Elementos de Física y Química.

En 1855 la E.A.O. ya había aumentado el número de especialidades, incorporando la de Calderería, Ebanistería, Carretería y Hojalatería.

La selección de los primeros 36 alumnos (24 de Santiago), se hace según decreto de fecha 8 de agosto de 1849

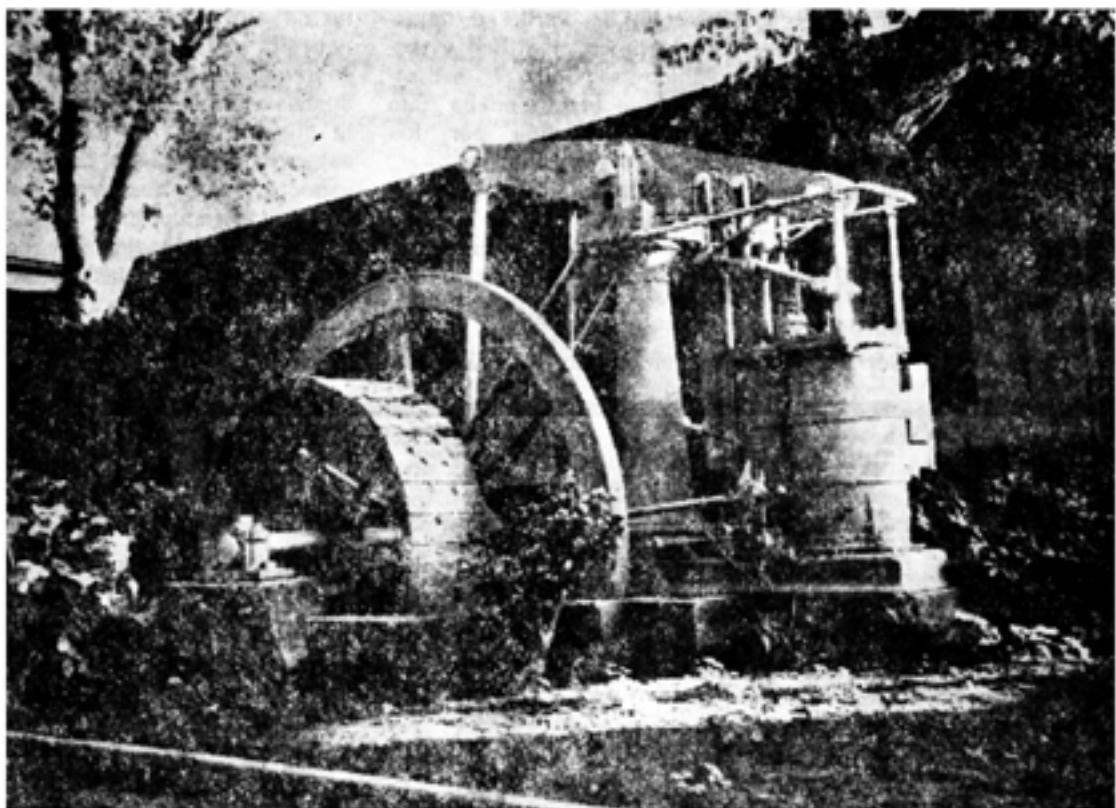
en el que parte del artículo 3º dice:

"Entre los jóvenes que se presenten i tengan las cualidades requeridas, serán preferidos en igualdad de circunstancias los hijos de artesanos honrados, morales i laboriosos, i que hayan manifestado mayor inclinación i disposiciones naturales por las artes mecánicas"

"Art. 4º— Los alumnos de número, después de terminada su enseñanza i comprobadas sus aptitudes, son obligados a establecer i dirigir personalmente por el término de 6 años en la provincia a que pertenezcan o donde los destine el Gobierno, un taller de oficio que hubiesen aprendido. Para este efecto, del producto neto que rindan

los artefactos u obras industriales que trabajen durante su aprendizaje, se destinará una parte, que se fijará por decreto separado, a la formación de un fondo que a la salida del alumno le sirva para costear las herramientas i útiles de su taller."

"Art. 6º— Todo alumno de número, para incorporarse a la Escuela deberá presentar al Superintendente una obligación formal, ratificada por su padre, curador o persona respetable, de cumplir estrictamente con las obligaciones que les impone este decreto i que las determinan los reglamentos de la Escuela. Se obligará también, en caso de contravenir o eludir dichas disposiciones o hacerse por mala conducta o por cualquier



falta de su voluntad, merecedor de que se expulse de la Escuela, a devolver al Tesoro Nacional las cantidades que se hubieran invertido en su educación."

Los alumnos de la E.A.O. se distinguieron por su heroísmo, en esa época, y ello lo revela el siguiente hecho:

En 1864 el gobierno de Chile presta ayuda al Perú, pues España le ocupa unas islas. Los profesores de la E.A.O. están dispuestos a colaborar con el Gobierno y en carta enviada al Presidente dice en la última parte: "Los suscriptos están dispuestos a prestar sus servicios personales en todo aquello que el Supremo Gobierno tenga a bien ocuparlos. Además, ofrecen la parte de su sueldo de que fuera necesario disponer si en el curso de los acontecimientos el erario nacional tuviese necesidad de auxilio. Escuela de Artes y Oficios, Santiago, mayo de 1864." Firman José Zegers R., Director, y 16 profesores.

Otro hecho trascendental del heroísmo de nuestros alumnos lo tenemos en la Rada de Iquique. Ahí al lado del capitán Prat, el 21 de mayo de 1879 entregan sus vidas en defensa de la Patria. Seis ex alumnos integran la tripulación de la Esmeralda. En la oficialidad Ignacio Serrano M.

y el resto en la mantención de las máquinas. Ellos son: Vicente Mutilla, José Gutiérrez de la Fuente, Dionisio Manterola, Juan Agustín T. y Manuel M. Santiago.

En 1920 Chile entra en conflicto con el Perú. Los alumnos de los 4^o y 5^o años se presentan voluntaria y espontáneamente a la Escuela de Aviación, donde registran sus nombres como voluntarios. Esta es otra actitud heroica de los ex alumnos de la E.A.O. digna de destacar.

Triunfan los alumnos en las exposiciones nacionales y extranjeras.

En 1872 Lima abre una exposición y la E.A.O. presenta una Máquina Motriz a Vapor. El documento reza: "Locomoción N° 6 de 10 caballos dinámicos de fuerza" obteniendo medalla de plata. El gobierno peruano se adjudica la máquina por 1.000 soles.

En 1889 en la Exposición Universal de París se muestra el avance científico y tecnológico de Chile. Sale premiada con una medalla una turbina construida por los alumnos de la E.A.O.

En 1930 se abre la Exposición Internacional de Sevilla, otorga a la E.A.O. el gran premio como expositores en la clase "Instrucción y Educación" despierta viva admiración al jurado superior las

maquinarias, los trabajos en cobre y los programas de estudios.

En 1915 se crea el Grado de Técnicos (hoy Ingenieros de Ejecución). El avance tecnológico no cesa y se crea la Escuela de Ingenieros Industriales y lo que es más grande aún, sobre la base de esta historia nace la actual Universidad Técnica del Estado y que dirige el Ingeniero Sr. Eugenio Reyes T.

"El Rector-delegado, coronel Eugenio Reyes, al declarar Día de la Universidad Técnica del Estado el 6 de julio de cada año, manifestó que con esto se reconocía la labor que ha realizado la Escuela de Artes y Oficios, a través de toda su historia, en la formación de técnicos e ingenieros en diversas especialidades."

Hoy la E.A.O. es la U.T.E., que es la concepción moderna de alto nivel que el país necesita para el crecimiento sostenido de su despegue industrial. Dios ha escuchado la plegaria de los chilenos, estamos despegando en todo aspecto; sólo nos resta seguir colaborando con las autoridades nacionales y en nuestro caso con las autoridades de la U.T.E., repercutiendo todo en el bien de nuestro país.



talmet s.a.

Válvulas de fierro fundido gris para usos industriales, gas, agua, vapor, etc. Día metros desde 50 mm hasta 1.200 m, para bajas y altas presiones.
Piezas especiales de conexión, para redes.
Fundición mecanizado de fierro.
Fierro fundido gris de alta resistencia según normas ASTM 126 clase 8 y otras aleaciones para diferentes usos.

TALLERES METALURGICOS CHILE S. A.

Alvarez de Toledo 764
Fono 511403 San Miguel
Santiago

ANTECEDENTES HISTORICOS Y AVANCES TECNOLOGICOS EN LA CONCENTRADORA DE LA DIVISION SALVADOR DE CODELCO - CHILE

ARIEL LOPEZ A.

Ingeniero Civil Metalúrgico (U.T.E.)
Superintendente Departamento
Concentrador.

CARLOS PARRA A.

Ingeniero Civil Metalúrgico (U.T.E.)
Jefe Ingeniería de Procesos
Departamento Concentrador.

Trabajo presentado al Encuentro de Ingeniería de Minas en el centésimo vigésimo aniversario de la Escuela de Minas de Copiapó, y gentilmente ofrecido por los autores para su publicación en CONTACTO.

INTRODUCCION

Con profunda satisfacción participamos en estas jornadas de trabajo y nos adherimos al sentimiento general de alegría que reina en la celebración de los 120 años de vida de esta prestigiosa sede universitaria. Aprovechamos también la ocasión y nos es muy grato saludar a todo el personal que trabaja en esta casa de estudios.

Consideramos conveniente, además, destacar el importante rol que juega en la III Región y en el país esta Escuela forjadora de profesionales para la industria minera, deseando que sigan por la senda del progreso, cumpliendo con dedicación y eficiencia las diferentes tareas, para que cada año que transcurra, el país pueda recibir más y mejores profesionales.

Este trabajo que hoy presentamos en este Seminario, que hemos denominado "Antecedentes históricos y avances tecnológicos en la Concentrador de la División Salvador de CODELCO-CHILE" tiene como primera finalidad entregar una visión general sobre las dificultades, progresos, resultados, etc., que se han ido obteniendo a lo largo de los 17 años de operación de la Planta. Esperamos sea un verdadero aporte, sobre todo para los jóvenes estudiantes que hoy se preparan para asumir importantes funciones en un futuro muy cercano y sirva esta oportunidad para estrechar mayores lazos de colaboración entre Universidad y Empresa.

po Britania, de 1.750 pies cúbicos cada una, para tratar una fracción de relaves. En el año 1964 se puso en operación el espesador de relaves N° 2 de 300 pies de diámetro, con el cual se solucionó en gran parte un problema de abastecimiento de agua en épocas críticas. Posteriormente se reemplazan en las cuatro secciones de la Planta, los clasificadores Akins por hidrociclos, circuito que opera actualmente.

Finalmente en el año 1970 se trasladaron las celdas Britanias a la localidad de Llanta, donde operaron hasta comienzos de 1976. En abril de 1976 se puso en operación una nueva Planta de retratamiento de relaves en Llanta, denominada "Planta Las Cascadas" la cual fue diseñada en el Departamento Concentrador de la División y proyectada solamente con el concurso de ingeniería nacional. En esta Planta se retratan el 100 por ciento de los relaves de El Salvador.

La Planta Concentrador, la cual fue diseñada para tratar 20.000 TM/día de mineral, con todas las modificaciones anteriormente mencionadas en la actualidad opera con una capacidad de tratamiento promedio de 23.500 TM/día de mineral.

2.— Análisis de producción y reservas

Desde el inicio de sus actividades hasta fines de 1976, la Concentrador de El Salvador ha procesado 128.829.163 toneladas de mineral, con una ley media de 1,4% Cu total.

En el gráfico N° 1 adjunto, se puede observar que en el año 1976 se obtuvo un record de tratamiento que fue de 8.605.763 toneladas de mineral seco, lo que corresponde a un promedio de 23.577 Ton/día.

En el mismo gráfico se muestra que, mientras ha ido aumentando el tratamiento ha venido ocurriendo una disminución paulatina de las leyes de cabeza, exceptuando los años 70 y 71, periodo de nacionalización de las instalaciones. La menor ley de cabeza ha sido de 1,15% Cu total, correspondiendo justamente el mayor año de tratamiento.

Con respecto a la curva sobre variación de recuperaciones, se observa claramente que en los primeros años de operación se obtuvieron los mejores resultados, debido fundamentalmente a las elevadas leyes de cabeza (1,6 a 1,95% Cu total), para decrecer fuertemente en los años siguientes, donde se trabajó con leyes de cabeza que oscilan entre 1,25 a 1,45% Cu total. Cabe destacar los resultados obtenidos durante los años 75 y 76, donde a pesar de haber trabajado con una ley promedio de 1,16% Cu total, se obtuvieron recuperaciones comparables a las mayores obtenidas durante la historia de la Concentrador, siendo del orden de 85,4% respecto al



"SHELL AL SERVICIO DE LA MINERIA EN CHILE"

"Shell-flot, Reactivos de Flotación Shell Ltda., inaugurará próximamente en Antofagasta su moderna Planta de Reactivos Químicos para la Minería, disponiendo además de un completo Laboratorio de Investigación.

Esta Planta, primera en su género en el país, permitirá abastecer totalmente las necesidades de Reactivos de flotación a Industria Minera, logrando así un importante ahorro de divisas al país".

Dirección en Santiago:

SHELL-FLOT
PROVIDENCIA 1979
7º Piso - Fono 259112
Santiago

Dirección en Antofagasta:

SHELL-FLOT
CALLE IQUIQUE 980
Antofagasta

Rex //

Transmisión de potencia y componentes de transportadores



Rexnord



EQUIPOS INDUSTRIALES S.A.C.I.

OFIC MONEDA 812 OF 912
FONOS 716882 - 382942 - 718931
CASA LA 13550 STGO

1.— Antecedentes históricos

Las actividades productivas de la que es en la actualidad la División Salvador de Codelco-Chile, se iniciaron en el año 1927 con la puesta en marcha de la Planta de beneficio de Potrerillos, en que se trataban los minerales de la llamada Mina Vieja. La iniciación de faenas en la mina de Potrerillos en 1916, ubicada a 130 Kms. de Chañaral hacia la cordillera, dio comienzo a una nueva etapa para la producción de cobre en Chile.

La Concentrador, después de 37 años de operación, produjo en ese periodo un total de 1.447.882 TM de cobre, del cual aproximadamente los 2/3 se obtuvieron por el método de Lixiviación (tratamiento de óxidos). El mineral dejó de explotarse debido al agotamiento de sus reservas en el año 1959.

Antes de 1950 y tomando en cuenta el próximo agotamiento del mineral explotable, Andes Copper inició estudios geológicos tendientes a ubicar un yacimiento que permitiera continuar las faenas iniciadas en 1927.

En el año 1954, al cabo de intensos estudios de la zona, quedó evidenciada la riqueza del yacimiento llamado "Indio Muerto" ubicado a 2.600 metros de altura, a 110 Kms. de Chañaral.

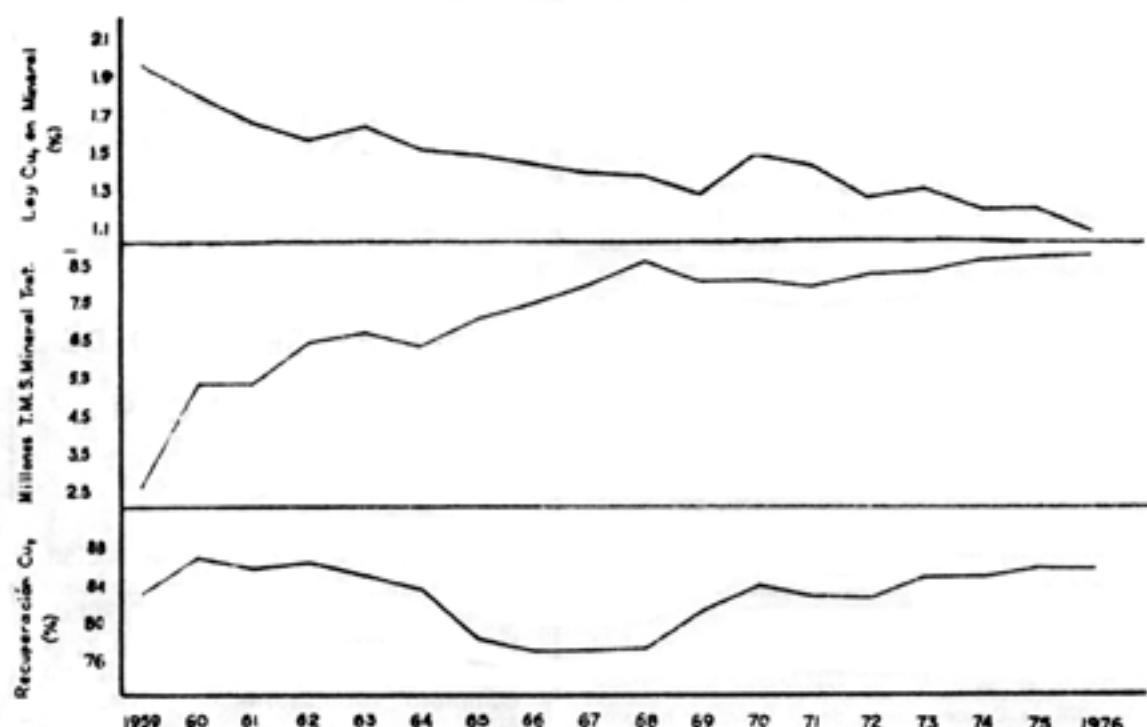
En un principio se pensó utilizar las antiguas instalaciones de Potrerillos para el tratamiento del mineral. Sin embargo, las prospecciones realizadas permitieron asegurar una reserva mayor que justificaba ampliamente la construcción de una nueva Planta Concentrador, a una distancia más cercana al nuevo yacimiento.

Se comenzó entonces, la construcción de la Concentrador, los campamentos, carreteras, ciudad, tendidos de suministro de agua y energía.

La Planta Concentrador de El Salvador fue diseñada y construida por la Compañía de Ingeniería Parson-Jurden con un costo cercano a los US\$ 110.000.000. La Planta inició su operación el mes de mayo de 1959 con la secuencia siguiente: el 22 de abril la recepción de mineral; 1º de mayo corre el circuito de Chancado Secundario-Terciario y el día 8 de mayo la primera sección de la Concentrador. La Planta de Molibdeno comenzó a operar en enero de 1960, cuya puesta en marcha estuvo en manos de Anaconda Research; en febrero del mismo año pasó a manos de operación.

Desde la puesta en marcha de la Planta, fue preciso realizar una serie de modificaciones tanto en la parte mecánica como metalúrgica, teniendo a optimizar el proceso y aprovechar la máxima capacidad instalada. Así por ejemplo, en el año 1961 se instalaron en las inmediaciones de la Planta, 3 celdas de flotación neumática, tí-

GRÁFICO N°1
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN



Cu total y de 98% respecto al Cu insoluble; en estos valores están incluidos el aporte de recuperación de la Planta Las Cascadas que aproximadamente es de 3.5% y 4.4%, respectivamente.

En el gráfico N° 2, se muestra las TM de Cu fino producido, donde el promedio correspondiente a los 16 años de operación normal fue de 84.340 TM de Cu fino al año. La producción de cobre fino, a pesar del mayor tratamiento y excelentes recuperaciones obtenidas, ha venido decreciendo en los últimos años, debido obviamente a las menores leyes de cabeza. Para el próximo quinquenio se estima una producción media de 80.000 TM de Cu fino.

En cuanto a las reservas conocidas de mineral, cabe mencionar que éstas tienen una duración estimada de 15 años al ritmo actual de explotación, las que pueden llegar a 25 años si se consideran las reservas marginales y la de los cuerpos satélites, que son actualmente sometidos a un intenso programa de exploración mediante labores y sondajes. Se espera llegar a ubicar con este programa 125 millones de Ton. con una ley in situ alrededor de 1.00% Cu total.

En tales circunstancias, de poseer pocas reservas y de ser el mineral de baja ley en comparación con los otros yacimientos en explotación de

este tipo en el país, el valor altísimo de la energía y lo complejo de su infraestructura, los costos de producción son y serán en el futuro relativamente altos (fundamentalmente a causa de la disminución de la ley del mineral). Por esta razón ha sido necesario estudiar y poner en marcha una serie de proyectos tendientes a mantener y en lo posible bajar directamente los costos de producción.

Se están concentrando los esfuerzos en la optimización de cada una de las etapas del proceso; entre estos proyectos deben estar en primer lugar aquellos que tienen por finalidad bajar el consumo de energía eléctrica, insumo que grava fuertemente en los costos.

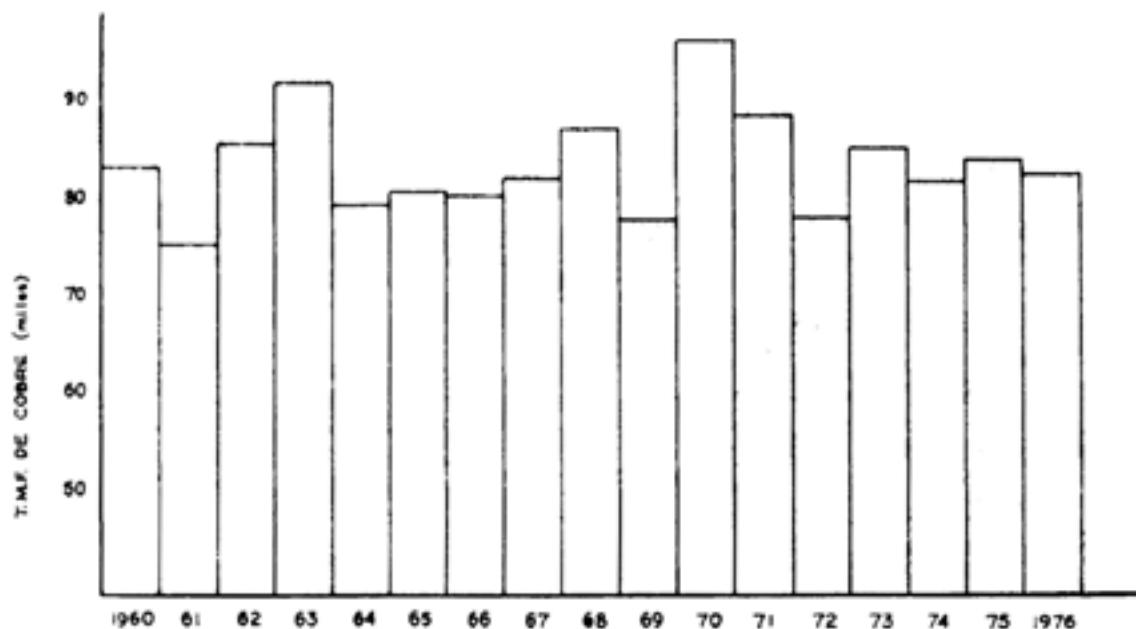
3.—Avances tecnológicos

A continuación se mencionarán brevemente los más importantes trabajos realizados, los cuales evidentemente han tenido el objetivo básico mencionado anteriormente.

—Estudio de reemplazo del actual sistema de clasificación primaria de la Concentrador.

Considerando los problemas metalúrgicos y mecánicos de la actual disposición en línea de las baterías de hidrociclos primarios, se ha reali-

GRAFICO N°2
T.M. DE COBRE FINO PRODUCIDO



zado un estudio experimental, con el objeto de rediseñar el sistema de clasificación y alimentación a los molinos de bolas.

Con la información obtenida de los diferentes aspectos metalúrgicos considerados y en base a los modelos matemáticos de Mular y transporte hidráulico de sólidos, se ha simulado mediante un computador IBM 1130, el comportamiento del nuevo sistema que permite una alimentación directa al molino y una disposición radial de ciclones. El problema metalúrgico consiste básicamente en una clasificación insatisfactoria, derivada de una distribución de presión no uniforme en el manifold y a variaciones de la alimentación desde la bomba, lo que genera variaciones de presión a la entrada de cada uno de los ciclones dispuestos linealmente.

El problema mecánico radica en la continua mantención del manifold y de la cuchara de alimentación, cuya reparación sin considerar la menor producción por su cambio, es larga y cara. Su eliminación disminuiría además el consumo de energía eléctrica.

Los principales problemas para efectuar el cambio de la batería son, la potencia de la bomba y la posibilidad de embancamiento de la canaleta de alimentación. Como la velocidad de la pulpa

en la canaleta y su profundidad calculada para las capacidades máximas y mínimas, resultaron de valores que permiten concluir que es muy improbable que exista embancamiento en la canaleta y además como la potencia consumida por la bomba está en el rango de operación, se puede afirmar que el cambio de la batería es totalmente factible.

Actualmente se encuentran en construcción las instalaciones necesarias de la nueva disposición, que será probada y evaluada operacionalmente en una sección de la Concentrador.

—Estudio de remolienda de relaves de la Concentrador

Motivados por el alto consumo de energía de la sección remolienda de relaves, los problemas operacionales y el bajo precio del cobre, se estimó necesario realizar un estudio completo, que permitiera visualizar y cuantificar exactamente el funcionamiento e ingenería de esta sección, en la recuperación total de la Concentrador.

El estudio ha considerado los factores necesarios, para entregar en forma detallada la actual operación de la sección, con las consideraciones económicas correspondiente, alternativas de solución, además de aspectos teóricos de separa-

IMPRENTA Y LIBRERIA

RASMUSSEN

ARTICULOS ESCRITORIO

IMPRESIONES

GENERAL DEL CANTO 26

TELEFONO 22327 - PUNTA ARENAS

Importadora AGRARIA S. A.

ERRAZURIZ 877

Teléfono 21881

Casilla 49-D

Punta Arenas.

Almacén JUAN ESTRELLO

PROVEEDORES U.T.E.

ANGAMOS ESQ. ZENTENO

TELEFONO 22574

PUNTA ARENAS

DOMINGO CATANEO e Hijos Ltda.

PROVEEDORES U.T.E.

ERRAZURIZ 853

TELEFONO 21696

CASILLA 356

PUNTA ARENAS

ción de arenas y lamas, clasificación por hidrociclos, molienda y cálculo de errores estadísticos en la recuperación. Como el relave de la flotación primaria contiene un porcentaje bastante alto de cobre sulfurado, el que generalmente no es extraído en el proceso de flotación debido ya sea, a insuficiente molienda de la mera o por la presencia inhibidora de lamas o ambos factores, se extrae de este relave la fracción gruesa mediante hidrociclos, este producto va a remollienda en molinos de bolas y posteriormente a reflotación, en tanto la fracción fina representa parte del relave final de la Planta.

El cálculo de la extracción de la fracción gruesa se ha hecho en base a análisis granulométricos y realizando un balance máscico en los hidrociclos. La eficiencia del equipo de separación de relaves (hidrociclos primarios y secundarios), se ha calculado en base a las curvas de distribución reducida y al factor de imperfección o índice de imperfección reducida.

El análisis de la remollienda fue hecho en base a la teoría de Bond, haciendo consideraciones para adecuarla al sistema de la sección de remollienda de relaves.

En el esquema adjunto se muestra parte de los resultados obtenidos. En la actualidad se encuentra en plena etapa experimental a nivel industrial (se prueba en una sección), una de las alternativas de solución, que consiste en deslamar los relaves primarios y flotar la fracción gruesa; con esto se pretende encontrar un resultado tal, que permita paralizar la molienda, lo cual significaría un ahorro de energía de aproximadamente 1.500.000 KWH mensual por concepto sólo de molinos. Se debe tener presente que el relave final de la Concentrador es retratado en la Planta Las Cascadas, ubicada en la localidad de Llanta, que cuenta con un circuito de molienda-clasificación-flotación que evidentemente hay que considerar para el análisis detallado de las diferentes alternativas.

—Mejoramiento en la recuperación de cobre desde los relaves de la Concentrador.

El retratamiento de los relaves de la Concentrador se realiza en la Planta "Las Cascadas" ubicada en la localidad de Llanta, distante a unos 25 Kms. de El Salvador.

Esta planta se encuentra operando desde abril de 1976. En ella se tratan aproximadamente 23.000 TM/día de relaves de la concentradora, con leyes de 0,06% de Cu sulfurado y 0,15% de Cu oxidado. La Planta fue totalmente realizada por ingeniería chilena y tanto el diseño como el desarrollo de la ingeniería básica del proyecto, fueron hechos por profesionales del Depto. Concentrador.

En la actualidad los estudios están dirigidos hacia la optimización de la operación de dicha planta, siendo el objetivo final ver la factibilidad técnico-económica de recuperar parte del Cu oxidado, que constituye cerca del 80% del cobre perdido en los relaves finales de la División Salvador.

Algunos de los aspectos estudiados, tienden a mejorar la actual operación de la planta Las Cascadas son:

—Influencia de diversos factores en las etapas de concentración por flotación tales como pH, % sólidos, tipo y dosis de reactivo colector, flujo de aire en etapa de flotación neumática.

—Eficiencia del sistema molienda-clasificación.

—Cuantificación de efectos causados por el escurrimiento de los relaves de la Concentrador en su recorrido de casi 25 Kms. de cauce natural y demora 5 hrs. 20 min.

Para la recuperación de cobre oxidado, que está constituido principalmente por Brochantita, se ha demostrado que el método más factible sería la sulfidación.

En la actualidad se realizan pruebas de sulfidación a nivel Planta.

4.— Proyectos futuros

—Estudio de anteproyecto para ampliación de la Concentrador.

La idea básica en este sentido ha surgido como consecuencia de una disminución paulatina de la ley de alimentación a la Planta, lo que obviamente se traduciría en un fuerte incremento en los costos de producción por libra de cobre al ritmo actual de tratamiento.

Al analizar las capacidades instaladas de las distintas unidades de producción de la División, se observa que la Mina perfectamente puede, sin mayores inversiones aumentar su extracción actual hasta un 30%; la Concentrador tiene un diseño muy apropiado para pensar en una ampliación de su capacidad y que todos los servicios tanto de Ingeniería, de transporte, administrativos y servicios a la comunidad tienen capacidad disponible para absorber un aumento de las prestaciones.

De acuerdo a estudios preliminares que se han hecho, una posible ampliación de la capacidad de tratamiento de la Concentrador consistiría fundamentalmente en el agregado de una 3^a sección de chancado secundario-terciario y una 5^a sección de molienda húmeda y flotación con lo cual se pasaría de un tratamiento de 23.500 Ton. diarias actuales a unas 30.000 Ton/día.

Junto a lo anterior se contempla además, iniciar un estudio de automatización de algunas ope-

oooooooooooooooooooooooooooooooooooo



SOCIEDAD CONSTRUCTORA
IDELCO LTDA.

JUAN CARLOS IRIBARREN
HERNAN DEL CANTO
CONSTRUCTORES CIVILES

Casas Prefabricadas

Alcantarillado

Viviendas

Ampliaciones

Obras civiles

Agua Potable

Electricidad

Asesoria Técnica

Angamos esquina Meteoro
Teléfono 24232
Punta Arenas

oooooooooooooooooooooooooooooooooooo



14 AÑOS AL SERVICIO DE LA
XII REGION

Con sus dos locales de ventas:

1.er PISO SUPER MERCADO

2º PISO SUPER TIENDA

LISTO ES EL SUPER MERCADO QUE
PREFIEREN EN PUNTA ARENAS

21 DE MAYO 1133 - TELEFS. 22712-22621

raciones. Básicamente se centrará el estudio en la etapa de molienda y clasificación pretendiendo determinar una buena operación y control, optimizando el flujo de mineral a una determinada granulometría que iría a flotación primaria.

—Proyecto Planta Filtrado y Secado.

Se están evaluando distintas alternativas tendientes al diseño final de una planta de secado de los concentrados de El Salvador, los que actualmente son enviados a Potrerillos por Ferrocarril en estado de pulpa, lo que significa un costo adicional por concepto de transporte de agua por un lado y riesgos de paralizaciones por el prolongado periodo de utilización de las actuales instalaciones de espesamiento, filtrado y secado en Potrerillos.

El proyecto ha sido iniciado evaluando técnica y económicamente varias alternativas de procesamiento, las que deberán compararse a la alternativa de bombeo hidráulico del concentrado desde El Salvador a Potrerillos, a lo que se deberá agregar el reemplazo de las actuales instalaciones de Filtrado y Secado en esta última localidad, las cuales se encuentran obsoletas por el prolongado periodo de funcionamiento y representan serios riesgos de paralizaciones.

De las alternativas a evaluarse técnica y económica se han considerado las siguientes:

1. Método tradicional con espesamiento, filtrado y secado térmico.
2. Secado mediante Centrifugación.
3. Secado utilizando Energía Solar.

De la primera de estas alternativas, se tiene un proyecto de ingeniería básica realizado por la firma Seltrust, de Inglaterra, el cual ha sido estudiado realizándose modificaciones que permiten hacerlo más factible económico. Para la alternativa 2, se reemplazaría en su totalidad el diseño tradicional, por el método de secado por centrifugación. Actualmente se están realizando pruebas con concentrados de El Salvador, en los laboratorios de Krauss-Maffei en Alemania, que permitirán seleccionar la unidad piloto a emplear en pruebas a nivel industrial.

Con respecto al secado utilizando energía solar, se han realizado una serie de pruebas en la localidad de Llanta, donde se ha comprobado una radiación solar del orden de 5.170 KCals/m²/día, lo que hace ver con bastantes posibilidades el aprovechamiento de esta energía en el secado de concentrado, ya que en Arizona, USA, por ejemplo, existen plantas que usan este método donde la radiación es bastante menor.

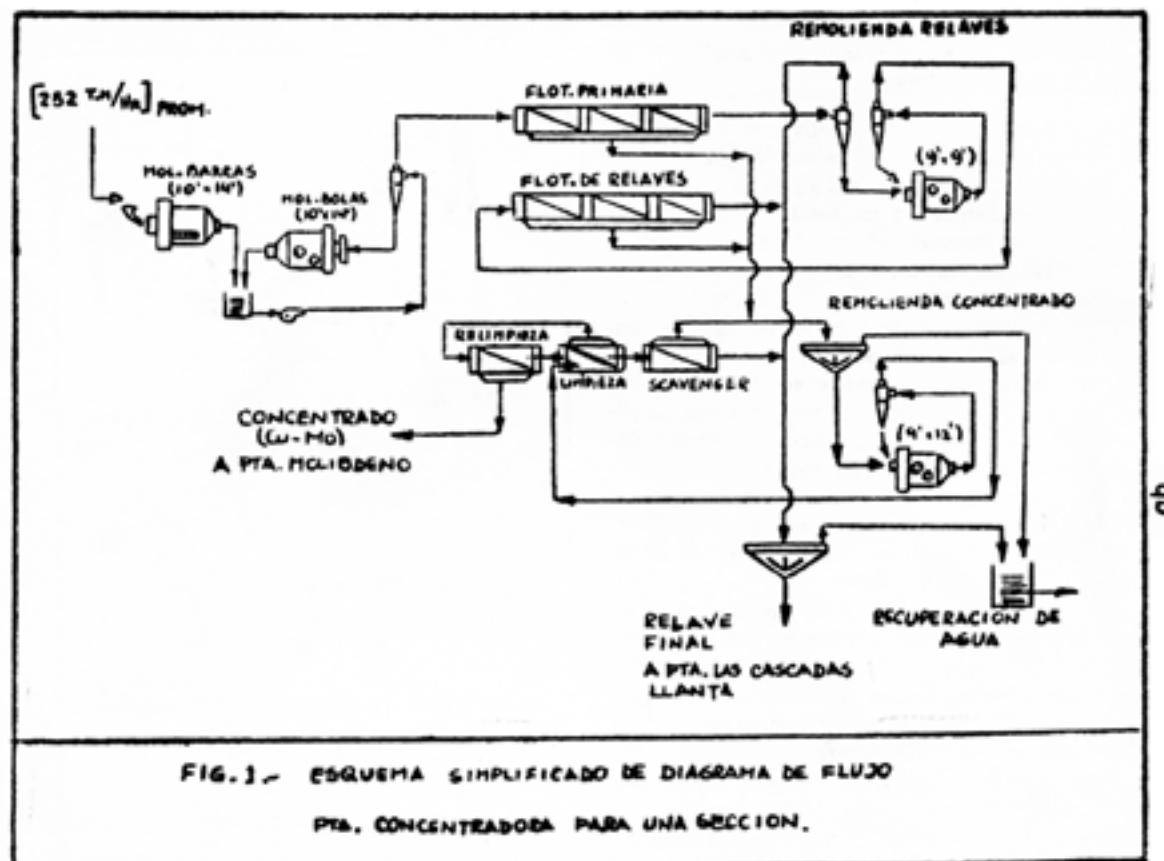
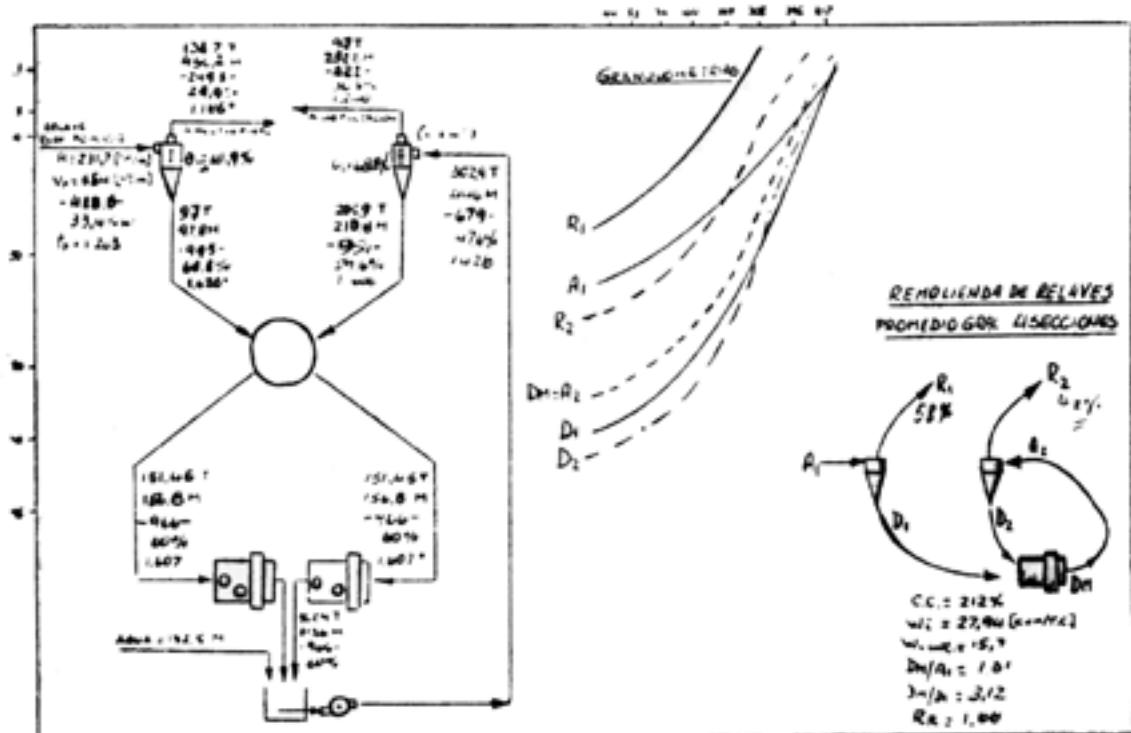
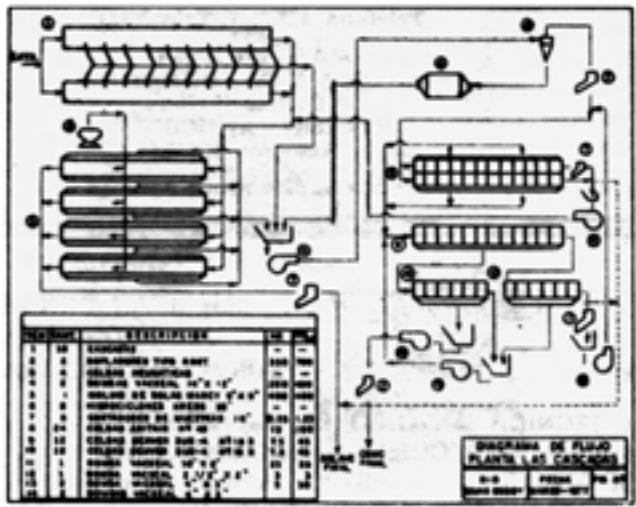


FIG. 1.— ESQUEMA SIMPLIFICADO DE DIAGRAMA DE FLUJO

PTA. CONCENTRADORA PARA UNA SECCION.





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

MIEMBRO
AMERICAN SOCIETY
OF PHOTOGRAFOMETRY



MIEMBRO
AMERICAN CONGRESS
ON
SURVEYING AND MAPPING

OFICINA TECNICA ANTONIO DE GAVARDO
FOTOGRAFETRIA — GEODESIA — HIDROGRAFIA
MENSURAS DE MINAS — CATASTROS MINEROS, ETC.

AV. ISIDORA GOYENECHEA 3162
TELEFONOS: 281331-285315 LAS CONDES
SANTIAGO DE CHILE



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
 - ALLIS CHALMERS CORP.
 - BROOM AND WADE
 - MARICHAL KETIN
 - JEFFREY MFG. CO.
 - ROLLS ROYCE MOTORS LTD.
 - WORTHINGTON PUMP CO.
 - PETBOW LTD.
 - BALTEAU-BALMEC
- LADRILLOS REFRACTARIOS
 - BOMBAS - EQUIPO ELECTRICO - MAQUINARIA DE PROCESO - VALVULAS, ETC.
 - COMPRESORES ESTACIONARIOS PORTATILES - HERRAMIENTAS NEUMATICAS
 - HODILLOS LAMINADORES
 - MOTORREDUCTORES - ALIMENTADORES CADENAS
 - MOTORES DIESEL MARINOS E INDUSTRIALES SERVICIO Y REPUESTOS
 - BOMBAS VERTICALES
 - GRUPOS ELECTROGENOS Y SOLDADORAS
 - TRANSFORMADORES DE MEDIDA 0,6 - 720 K. CONDENSADORES ELECTRICOS AT Y DT



Modesto San Miguel Bertrán
Ingeniero Industrial
Químico (U.T.E.)
Subgerente Hillandería
ANDINA S.A.

LA ESCUELA DE INGENIEROS INDUSTRIALES CENTRO DEL ESFUERZO Y DEL SABER

En la década de 1930, se inició un verdadero despertar entre los estudiantes y egresados de la Enseñanza Industrial y Minera. Estos últimos veían la necesidad que tenía el país de profesionales de mayor preparación que sirvieran a la industria y los primeros observaban con preocupación cómo los profesionales de otras Universidades ocupaban los puestos de mayor responsabilidad.

Las escuelas de Técnicos se nutrían de estudiantes egresados del grado de Oficios y de alumnos provenientes de 6º Año de Humanidades (hoy 4º Año de enseñanza media). Estos últimos tenían interés de seguir carreras técnicas y las Universidades no satisfacían sus anhelos. Al terminar los estudios en el grado de técnicos, pretendían una más completa formación; tenían capacidad e inquietud de saber, pero no tenían las posibilidades para incrementar sus conocimientos, y estimaban que aún les quedaba camino que recorrer; pero no sabían donde hacerlo.

La enseñanza profesional les resultaba limitante y las Universidades no les ofrecía cupo ni posibilidades. ¡Qué tremenda y grave frustración! Los había de diferentes ciudades del país, diversas especialidades y tenían como denominador común la misma e inquietante realidad. El que tenía medios económicos o la suerte de conseguir una beca, se iba al extranjero en pos de una especialización. El que no, debía continuar como autodidacta, surgiendo por sus propios medios, contemplando cómo otros lograban la clima tan deseada.

Organizaciones de ese entonces, que agrupaban a egresados, comprendieron que el problema era cada vez más

grave y que abarcaba a un mayor número de profesionales. No aceptaban que las Escuelas de Minas o de Técnicos continuaran como entes dispersos. En un primer intento, pensaron y concibieron la posibilidad de unir a sus egresados en una Asociación Común y por medio de ésta, lograr que todas las escuelas dependieran de un mismo organismo. Diría que ésta fue una de las iniciativas que harían pensar en una posible Universidad. Se necesitaba un nuevo tipo de Ingeniero vinculado con la producción.

Profesores y Profesionales se sumaron a la gran causa. Se hacia casi indispensable la creación de un grado superior en la enseñanza profesional, el que se ocuparía de la formación Ingenieril de sus técnicos. La idea había sido sembrada, solo faltaba su germinación.

En la Presidencia de la República había en ese entonces un maestro de vocación que tenía por lema de gobierno "GOBERNAR ES EDUCAR" y que tenía en claro, que el futuro del país estaba en la técnica y en el desempeño profesional de sus técnicos, sin desestimar al resto de las profesiones y a los profesionales. Había gran respeto por el estudio y los estudiantes.

Se pensó en un primer momento que el alumno egresado de la enseñanza profesional como técnico, debía ingresar a la facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile a un curso medio. Simultáneamente se pensaba en ubicar en otras Universidades a estos egresados.

No era fácil encontrar la solución al problema, pero sin duda, ella no la ofrecían las Universidades convencionales. Había que formar una mística técnico-profesional y había

que crear un establecimiento que como culminación de estudios, la hiciera realidad. Llega por fin el momento de cristalizar tantos esfuerzos y sacrificios. La creación de la Escuela de Ingenieros Industriales estaba en la boca de todos como una necesidad inmediata, pero, ¿cómo darle forma y acción?

El Presidente Aguirre Cerda no deseaba que la idea quedase en el aire y para materializarla y en común acuerdo con el Ministro de Educación de la época, don Juan Antonio Iribarren Cabezas, con fecha 6 de julio de 1940 firmó el Decreto de Fundación que llevaba el N° 3.959.

Se nombró a un equipo de profesores encabezados por el Ingeniero señor Enrique Froemel Von Kalberg para que se hiciese cargo de organizar en principio la Nueva Escuela.

Cumplieron ellos con creces lo encargado y dejaron todo listo para su funcionamiento.

Luego de un concurso de antecedentes y con fecha 25 de octubre del mismo año y por Decreto N° 6.172, se nombró como primer Director al Ingeniero Froemel, sin duda un gran luchador de la idea, quien de inmediato se dio a la tarea de buscar un lugar donde funcionar y lo que era más importante aún, ubicar al profesorado idóneo para tal empresa. Esto último resultó francamente difícil, si se piensa que en cuanto se acordó crear la Escuela de Ingenieros Industriales, sucedió lo que siempre ocurre en estos casos. Se levantó una fuerte corriente opositora que trató de impedir su funcionamiento. Uno de sus argumentos, quizás si el principal, era que esta nueva escuela constituía una duplicidad de las Escuelas de Ingeniería existentes y

que en un país pobre y subdesarrollado, no cabían derroches. Otros se relacionaban con las dificultades que habría para seleccionar el profesorado, para ubicar los Laboratorios donde hacer las experiencias, etc.

Enrique Froemel, hombre tenaz y perseverante, no se desanimó y en compañía de sus primeros colaboradores, fue venciendo incomprendiciones y obstáculos de todo orden. Solicitó la colaboración de otros profesores e ingenieros y con ellos se abocó a la preparación de planes y programas de estudio para las cinco especialidades con que debía iniciarse el primer curso: Química, Electricidad, Mecánica, Metalurgia y Minas.

Había que aprovechar al máximo el presupuesto otorgado para la Escuela y ello permitió que su Director crease para ella una de las mejores y más modernas bibliotecas que existían en ese momento. Se dio además a la tarea importantísima de convencer pacientemente a los Ingenieros de otras Universidades, de que esta realidad era una ambición y necesidad acariciada por largos años por cientos de profesionales y que no era duplicidad de las ya existentes y que sus puertas estaban abiertas a todos los estudiantes que quisiesen acudir a ella, ya fuese para entregar sus conocimientos como profesores, como para aquellos que deseasen consultar su pequeña pero moderna e interesante biblioteca. Espíritu amplio y generoso sin duda, el de este hombre de apariencia tan severa pero en el fondo tan delicado y justo.

Local adecuado para funcionar no existía y se corría contra el tiempo a fin de iniciar a la brevedad su funcionamiento. No era posible espe-

rar; lo importante era iniciar su funcionamiento para no sacrificar a los que esperaban de ella durante tanto tiempo. El local debía estar en un sector central y de fácil acceso, pues la mayoría de sus primeros alumnos se suponía serían técnicos que a la fecha se encontraban trabajando en diversas empresas o bien egresados de escuelas de provincias que deberían ubicarse en residenciales.

Se encontró que una vieja y señorial casona de dos pisos (hoy inexistente) en la Avenida Bernardo O'Higgins 1876 esquina de Vergara, podría servir de sede. Sin duda no era el ideal, pues era una antigua casa particular un tanto venida a menos por la acción del tiempo. Con salas muy altas y frias que resultaban poco acogedoras. En ella se funcionó desde 1941 hasta 1947.

Las clases se iniciaron el 2 de junio de 1941, con una matrícula de 69 alumnos entre regulares y de asistencia libre en las cinco especialidades ya citadas. El profesorado conseguido fue de selección, contándose entre ellos con brillantes y connotados profesores y profesionales que ejercían también cátedras en otras escuelas Universitarias, tales como: Domingo Almendras, Eduardo Guerra, Alberto Claro Velasco, Manuel Pérez Ronán, René Doggenweiller, Orlando Jacobelli, Roberto Saragoni, Agustín Siré, Federico Rutilant, Horacio Aravena, Rubén Toro, Julio Ibáñez, etc., etc.

Al comienzo el esfuerzo fue grande para todos. Los alumnos que habían pasado algunos años sin estudiar, debían asistir a clases extraordinarias de Matemáticas de 21 a 23 horas, a fin de ponerse al

día en esta disciplina, fuera de que en horario normal asistían a clases regulares desde las 8 horas.

Vale la pena recordar que en los primeros años y en dos oportunidades, hubo cursos que contaron con un solo alumno en los ramos de especialidad. Igualmente y gracias al prestigio ya alcanzado, contó entre sus alumnos a colombianos, ecuatorianos y costarricenses. Asimismo vinieron del extranjero brillantes ingenieros para ejercer cátedras, tal fue el caso de los hermanos Pey.

En 1943 egresó el primer grupo de 9 alumnos. Ellos abrieron la ruta que posteriormente hemos seguido cientos y quizás si pronto seamos miles. Se formaron y templaron técnica, cultural y científicamente para un Chile que asistía en ese momento a un mundo que se preocupaba de la



CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA
Avda. Parque Institucional 6500 - Fono 289544
Casilla 170 Correo 10 - Santiago

Ofrece al Productor Minero:

- Investigación aplicada en todas las etapas del proceso productivo minero y metalúrgico.
- Servicio de análisis químico clásico, microscópico e instrumental.
- Plantas Piloto de chancado, molienda y flotación, y de transporte hidráulico de sólidos por tuberías.



REFRACTARIOS LOTA GREEN S. A.

PRIMER FABRICANTE DE MATERIALES REFRAC-TARIOS EN EL PAÍS. ADHIERE, CON SINCERO ENTU-SIASMO, A LA CELEBRACIÓN DEL TRIGESIMO ANI-MVERSARIO DE LA FUNDACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL ESTADO

división del átomo y de la explosión atómica y que en lo interno asistía a una verdadera revolución industrial motivada por la creación de la Corporación de Fomento a la Producción.

Fueron los primeros nueve que respondieron a esa responsabilidad de trabajar codo a codo con los profesionales de Ingeniería de otras Universidades, con una meta clara y precisa de hacer cada vez más grande a nuestra patria, encauzando su Industria, Economía y Bienestar Social. Había que ser parte y no especuladores del proceso científico y tecnológico.

Hasta ese momento los alumnos de la enseñanza profesional y técnica, habían conseguido ganar una batalla pero no habían ganado la guerra. Se sentían realizados, comprendían que esforzándose y sacrificándose les era posible obtener dentro de la sociedad un puesto que de acuerdo a su formación de Técnico o Ingeniero Industrial les permitiese a ellos y a sus familias, mejores horizontes y un mayor bienestar social e intelectual.

Sus pasos se dirigían ahora a obtener una mejor organización y creían llegado el momento de crear la Universidad Industrial. Así la llamábamos en ese entonces y en su nombre dimos gloriosas batallas en todos los ámbitos.

Las condiciones estaban dadas, era preciso unir las escuelas de técnicos con la escuela de ingenieros industriales y ellos formarian la Universidad Industrial. Los grados de oficios y el Pedagógico Técnico continuarian formando parte de la Enseñanza Profesional dependiente del Ministerio de Educación.

Para acometer esta nueva etapa, se agruparon los estu-

diantes en la Federación de Estudiantes Mineros e Industriales de Chile (FEMICH). Y ahora si que el movimiento fue poderoso, había que entrar en un periodo de profundas transformaciones de estructuras que permitiesen adecuarse con mayor rapidez a los marcos en que se desenvolvía la actividad productora nacional. Había que servir más y mejor a la producción y al mejoramiento del nivel social de la población.

Una verdadera cruzada se puso en marcha, todo el que tuviese algún nexo con las escuelas de Minas de Copiapó (creada en 1857), Antofagasta (1918) y La Serena (1887), las escuelas de técnicos de Santiago (1915), Concepción (1905) y Temuco (1916) o con la Escuela de Ingenieros Industriales (1940), vibraba en torno de la Universidad Industrial. Campañas de prensa y radio, desfiles por las calles, celebraciones masivas, ganaban más y más adictos a la causa. Se hacia sentir en ese momento, la necesidad de tener una radioemisora propia, que transmitiera simultáneamente para todas las escuelas del país y que permitiera que los egresados la escuchasen en todo Chile: que todos vibrasen con un mismo ideal, que la cultura y la música complementaran la formación técnica, como igualmente el conocimiento de la sociedad en que se debía actuar y el conocimiento de los hombres con que se debía alternar, todo ello a un nivel superior. Teníamos en claro que "no bastaba ser Técnico o Ingeniero para ser hombre" era preciso una formación integral.

La Escuela de Ingenieros Industriales mientras tanto, recibía fuertes presiones de técnicos que deseaban ingresar a ella. El local se hacia

cada día más estrecho. Las presiones externas, especialmente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, aumentaban. Se ofrecía a los Técnicos la posibilidad de ingresar a tercero o cuarto año de la Escuela de Ingeniería y fuera de ello se les ofrecía becas. Canto de sirena que logró entusiasmar afortunadamente a muy pocos; el resto, presionaba por matricularse en la E.I.I. El Director Froemel se angustiaba por no poder acoger a más alumnos, la estrechez del local no lo permitía. Informaba una y otra vez al Ministerio, haciendo ver la situación, hasta que este último, finalmente adquirió la propiedad de Santo Domingo 1811, esquina Almirante Barroso, local que estaba por desocuparse debido al traslado del Colegio Alemán (Deutsche Schule) a su nueva ubicación en Ellodoro Yáñez y Antonio Varas. Aquí funcionó la E.I.I. desde 1949 hasta 1961.

El nuevo local, sin ser la última palabra en construcción escolar, permitía gozar de salas que fueron construidas con tal objeto y con relativa comodidad, además, permitió instalar Laboratorios de Electricidad, Química y Operaciones Unitarias y algo muy necesario, hubo espacio para dar alojamiento a muchos alumnos que lo necesitaban con urgencia.

Ya más conocida la Escuela en el ámbito nacional, entusiasmó a distinguidos profesionales egresados de otras Universidades a integrarse como profesores. Se contó entre otros con César Barros, Enrique Amadori, Jacobo Furman, etc.

Los egresados de la Escuela de Ingenieros Industriales vieron la necesidad de asociarse profesionalmente y fundaron la Asociación de In-

genieros Industriales de Chile. Posteriormente, invitaron a ingresar a ella a los egresados de la Escuela de Ingenieros de la Armada, egresados de Ingenieria de la Fuerza Aérea de Chile y egresados de la Universidad Técnica Federico Santa María. Esta nueva organización tuvo a principios como tarea fundamental la defensa de la profesión y posteriormente luchó por su reconocimiento de parte de los Institutos y Asociaciones de Ingenieros existentes a la fecha. Estimamos que estos esfuerzos facilitaron grandemente la creación del Colegio de Ingenieros, el que una vez creado incorporó a todos los anteriores a su seno.

Nos sentimos orgullosos, pues nuestra permanente inquietud de jóvenes nos hizo cooperar siempre en la obtención de un mejor futuro para nuestra patria. Con ello haciamos realidad esa frase que

siempre peso en nuestros pensamientos y decisiones: "Mientras vivamos durmiendo sobre una pasajera tranquilidad, estaremos olvidando un destino; algo más, la responsabilidad de un destino." No podíamos estar tranquilos, sabíamos que el progreso de la ciencia avanzaba a pasos agigantados, la división y control del átomo abría nuevos horizontes para su uso en tiempos de paz. Ya se hablaba de los reactores atómicos y lamentablemente ya habían hecho explosión las primeras bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki, con sus trágicas consecuencias. (6 y 9 de agosto de 1945).

El tubo eléctrico cedia el paso al transistor y éste posteriormente lo haría en favor del circuito impreso, es decir, ahora, en décadas se progresaba más que en siglos. La imaginación del hombre jugaba un papel primordial que

obligaba a los estudiosos a intentar hacer realidad eso que parecía sueño. El hombre de ciencia deseaba hacer realidad lo que en un tiempo para Verne no era sino una quimera y quién se imaginaba que estos hombres de ciencia pondrían primero a otros semejantes en el espacio (3-1-58) y luego a un hombre en la luna. Era como para quedar paralizados ante la realidad. Eran las Universidades que unificaban la imaginación con la experiencia, es decir, justificaban su existencia.

El filosofo y matemático norteamericano Alfred North Whitehead decía que "La tragedia del mundo era que los que eran imaginativos tenían poca experiencia y los que poseían experiencia tenían escasa imaginación"; por ello debía haber organizaciones que las unificaran.

Se acercaba el fin de la mitad del siglo, y se aumentaba

CONSTRUCTORA
SALFA S.A.

INGENIEROS

CONSTRUCTORES

CHILOE 1069

CASILLA 42-D FONO 21106
PUNTA ARENAS



FORESTAL COLCURA

- Eucaliptus para muebles y pisos de parquets.
- Parquets mosaico.
- Aromo Australiano para construcciones.
- Ciprés para construcciones y embarcaciones.
- Estacas impregnadas para cercos y viñas.
- Pino insignie enraizado para construcciones.
- Maderas de eucaliptus para empostazos de minas o para celulosa.

AGUSTINAS 972 - OF. 703
Teléfono 62746 - Santiago
Valle Colcura s/n. Teléfono 9 Lota

enormemente la presión para obtener la creación de la Universidad Industrial. La Escuela de Ingenieros Industriales, dirigida por Enrique Froemel, y la Escuela de Técnicos Industriales, dirigida por Manuel Rodríguez Valenzuela, se convirtieron en paladines de la causa. Los egresados y alumnos lucharon incansablemente por medio de sus organizaciones y el Presidente de la República, Sr. Gabriel González Videla y su Ministro de Educación, el Sr. Alejandro Ríos Valdivia, en conocimiento del problema y teniendo en claro su evolución, garantizaban que a corto plazo sería realidad la "Universidad Técnica del Estado", la que de hecho inició sus funciones en 1947.

Estábamos en presencia de la cima, por fin se conseguía lo deseado por más de veinte años, coronación de tantos desvelos y sacrificios.

En estas condiciones se celebró el 6 de julio de 1949 el primer Centenario de la Escuela de Artes y Oficios, considerado sin duda como el primer establecimiento y cuna de esta nueva Universidad. No debemos olvidar que de esta Escuela, nació en 1915 la Escuela de Técnicos Industriales, la que junto a otras, fueron la base de la Escuela de Ingenieros Industriales y todos éstos, formaron la Universidad Técnica.

En el año 1952 se dictó el Decreto Ley N° 10.259, que promulgó el Estatuto Orgánico y le dio vida legal. Había nacido y se había consolidado la "Universidad Técnica del Estado" como Universidad estatal, nacional, autónoma, unitaria y de funcionamiento descentralizado.

En 1950 el profesor Froemel sintió quebrantada su salud y debió abandonar temporal-

mente la dirección de la Escuela, la lucha permanente y sin tregua, había minado su físico. En 1952 debió entregar la dirección en forma interina al distinguido y gran caballero, Profesor Sr. Armando Quezada García, quien en 1953 recibió su nombramiento titular, ejerciendo el cargo hasta 1967, en que jubiló.

Momentos difíciles debió enfrentar la Escuela en este periodo de adaptación como dependiente de la U.T.E. Dos fuertes corrientes de lucha interna trataban de imponer su candidato a Rector; eran los más representativos, los profesores Ingeniero Enrique Froemel y el Profesor Manuel Rodríguez V. No cabía duda de que entre ellos debía salir el primer Rector. Lamentablemente no fue así; una determinación de última hora del Presidente de la República alteró los planes y nombró como primer Rector al Sr. OCTAVIO LAZO, quien se desempeñaba como Director del Instituto Pedagógico Técnico, organismo este último que no se consideraba entre los que formarían la U.T.E.; pero este nombramiento alteró lo propuesto y debió aceptarse su inclusión a fin de no dañar la imagen de la nueva Universidad.

El nombramiento del primer Rector aceleró la idea de jubilar por parte del Sr. Froemel y fue junto a otras razones posiblemente el motivo del trágico desaparecimiento del Sr. Rodríguez Valenzuela.

La Casa Central de la nueva Universidad se ubicó temporalmente en la calle Fanor Velasco y luego en Av. Bernardo O'Higgins, pero ambas eran muy estrechas y se carecía de las comodidades mínimas necesarias para una sede central.

Al Rector Lazo lo reemplazó el profesor de Electricidad y Abogado Sr. José Miguel Seguel C. y a éste, el Ingeniero Santiago Labarca L.

La necesidad absoluta de encontrar una casa digna donde funcionase la Casa Central, el Pedagógico Técnico y la Escuela de Ingenieros Industriales, hizo concebir a muchos la necesidad de reunir a todos los de Santiago en una "Unidad Universitaria" y nada más indicado que hacerlo junto a la ya centenaria Escuela de Artes y Oficios en los terrenos que tenía la Escuela de Agronomía en la Quinta Normal.

El 14 de junio de 1957 se aprobó el proyecto de la obra y el 28 de marzo de 1961 siendo Rector el Sr. Santiago Labarca, se inauguraba el edificio correspondiente a la Casa Central y el Pedagógico Técnico. Posteriormente, siendo Rector el Profesor y Químico Farmacéutico Sr. Horacio Aravena Andaur, se inauguró el de la Escuela de Ingenieros Industriales como igualmente el hermoso Estadio Deportivo.

La primera semana de junio de 1966 la Escuela de Ingenieros Industriales cumplía sus 25 años de vida, "Bodas de Plata". Con tal motivo, era preciso hacer un alto en el camino y realizar un balance del tiempo transcurrido al servicio de la comunidad y del país. Era preciso hacer uso de la crítica y la autocritica en forma constructiva. Sin duda que el resultado era positivo, se había progresado bastante y se sentía la satisfacción del deber cumplido, aunque se tenía en claro que era mucho lo que quedaba por hacer.

Se estimaba conveniente invitar a todos los egresados a conocer los nuevos y mo-

dernos edificios de la Escuela. ¡Qué maravilla! Las salas de clases perdidas en medio de jardines y flores, como invitando a la superación y al estudio.

Había que recordar al Director Froemel y para ello nada más interesante que delante de su señora esposa, dar al Patio de Espejo de Agua, su nombre. Y para perpetuarlo, dejar su nombre colocado sobre un "CUBO" que recuerda la simplicidad y delicadeza de los cuerpos geométricos como simple y delicado era su espíritu.

Se llevó a cabo una comida que contó con más de trescientos comensales venidos de todas partes del país. Vale la pena destacar que ya se contaba con casi medio millar de egresados, de modo que la concurrencia era más que representativa. Estábamos todos satisfechos, valía la pena sacrificarse tanto, y

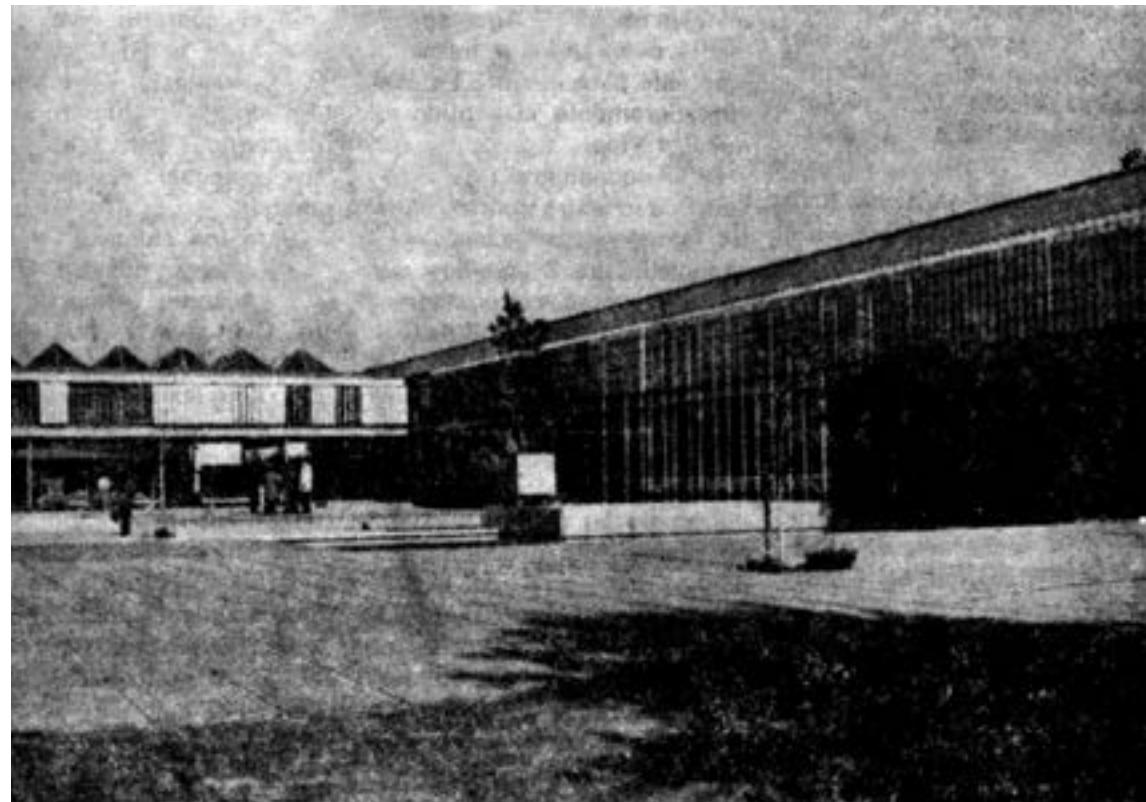
tanto tiempo, si finalmente se conseguía lo que ante nuestros ojos se mostraba como una auténtica realidad. Hermosos edificios, excelentes profesores, ex alumnos ocupando cargos de importancia y responsabilidad en los diversos organismos e industrias del país y luciendo con orgullo sus títulos de Ingenieros Industriales.

Era el sueño de 25 años que ahora se mostraba como realidad.

No podíamos quedarnos allí, pensábamos en tantos que quedaron a medio camino por no contar con medios económicos y en otros que ni siquiera pudieron ingresar pese a su capacidad intelectual, por igual razón. Por tal motivo, se creyó indispensable crear una corporación que permitiese mediante la contribución de todos, otorgar becas a los más destacados. Así fue, que como culminación de estas Bodas de Plata,

se creó la "Fundación Enrique Froemel", organismo que se dio a la tarea de ubicar a todos los egresados e invitarlos a tomar parte en esta cruzada amplia y generosa que no tiene por objeto sino el bien común. Que los realmente capaces tengan la posibilidad de ser Ingenieros algún día y que el aspecto económico no sea el limitante. Antonio Labra, egresado del primer curso, lanzó la idea y junto a Rubén Santa María y otros, se pusieron en campaña para llevarla a cabo.

Les ha tocado actuar en un periodo muy difícil económicamente, pero no han descansado un solo instante y desde su fundación han cancelado anualmente becas a más de 9 alumnos distinguidos. Se espera que éstos, después de egresados, devuelvan lo recibido y así se forme un fondo común, que año a año permita que sean más los favorecidos.



Igualmente la Fundación Froemel está abierta a recibir la colaboración de los estudiantes egresados de cualquier Universidad del país, como igualmente de los industriales que deseen cooperar en retribución a los servicios prestados por los Técnicos e Ingenieros que trabajan con ellos.

Se instituyó además una medalla que lleva el nombre del Director Froemel y que premia al alumno más "distinguido" que egrese de la Escuela.

En el año 1972 se agregó una especialidad más a las cinco ya existentes, la de Administración. Ese mismo año, como producto de una reforma, desaparece la Escuela de Ingenieros Industriales y se crea la Facultad de Ingeniería, que incluye a los Ingenieros Industriales e Ingenieros de Ejecución, dirigida por un Decano, nombramiento que recae en el Ingeniero egresado Sr. Juan Vera G.

Estamos en 1977, es decir, la Universidad Técnica está de aniversario, cumple 30 años. Nos parece que fue ayer cuando el Presidente González Videla firmó el Decreto que le daba existencia legal.

En estos 30 años se han producido substanciales reformas y se ha modificado por completo el sistema anterior de agrupación de Escuelas. Las Facultades han cambiado sus viejas estructuras y los títulos profesionales son diferentes. Ahora se egresa con título de Ingeniero Civil en seis menciones ya existentes, más una séptima que es la de Civil en Obras Civiles.

Los egresados ya titulados en la Escuela de Ingenieros Industriales, deben hoy día

renovar su título de Ingeniero Industrial por el de Civil en la correspondiente mención.

Al realizar el próximo 6 de Julio un nuevo alto en las actividades para hacer un balance de estos 30 años de la U.T.E., deberemos rendir un sincero homenaje de agradecimiento, a todos los que de una manera u otra tuvieron participación en la gestación de esta gran empresa, que está llamada a convertirse en una de las más grandes Universidades del país, esperamos que su grandeza esté siempre basada en la calidad más que en la cantidad, no porque sea para una élite, sino porque la Universidad es una selección de los más capaces, a la cual todos tienen el derecho de optar en igualdad de condiciones.

Debe haber oportunidad, para que todos los que creen reunir las condiciones mínimas, puedan concursar a su ingreso y que una vez en ella, sean un producto de selección.

En el frontis de la Casa Central debiera existir un lema que dijese: "Aquí se entra para aprender y formarse y se sale para servir". Es éste verdaderamente el sentido de nuestra vida.

Profesionalmente debemos servir a nuestra patria, nuestra familia y a la colectividad, especialmente a aquellos que por diferentes circunstancias no tuvieron la posibilidad de educarse o formarse.

En representación de los egresados, deseo rendir un homenaje a todos aquellos que de una u otra forma han entregado su cariño, su tiempo y su esfuerzo desinteresado por esta gran causa. Es imposible nombrar a todos, pero quisiera en la persona del actual Rector Sr. Eugenio Reyes T., rendir un homenaje

a todos los que desempeñaron igual función.

En la persona del ex Director y Profesor Sr. Armando Duezada G., nuestro respeto y afecto a todos los que desempeñaron con singular talento, el sacrificado cargo de Director.

En los distinguidos profesores Sres. Orlando Jacobelli y Rubén Toro, nuestro mejor recuerdo para todos aquellos maestros que nos enseñaron y formaron. Que dieron tanto de sí, sin pensar en sí.

En Adriana y Elena Gil A. nuestro reconocimiento a todo el personal Administrativo, quien colaboró con eficacia para nuestra formación. Ellas han tenido la oportunidad de conocer a casi todos los alumnos. Sus vidas se identifican con la Escuela y con nosotros.

En Humberto Diaz C. y Nolberto Cáceres, nuestra gratitud a todos los que participaron en tanta organización combativa estudiantil, con dedicación, energía juvenil y sacrificio personal.

Finalmente en Alvaro López G., el costarricense, dilecto amigo de todos y chileno de corazón, luchador incansable de la causa. Nuestro recuerdo cariñoso para tantos y tantos colegas, compañeros y amigos.

Para los alumnos de hoy y del mañana, nuestro fervoroso y sincero deseo de triunfo. Que sean dignos discípulos de quienes los han precedido y que sepan responder con responsabilidad a su época. Que no duerman sobre una pasajera tranquilidad y que tengan la responsabilidad de un destino.

Gracias, Escuela de Ingenieros Industriales.

Gracias, Universidad Técnica. Dios os depare brillante porvenir.

LAS BACTERIAS Y SU AVENTURA EN EL REINO MINERAL

1. Introducción:

La sofisticada búsqueda de elementos útiles a la humanidad si bien ha llevado a otros planetas la ávida mirada de los científicos, también ha tornado su preocupación, necesariamente, hacia las posibilidades hasta hace poco desconocidas de recuperar elementos a partir de minerales de baja ley, desmontes y relaves, con la intervención de mediadores con los que jamás se imaginó contar.

Recientemente se ha mostrado que algunas algas pueden concentrar silice, que muchas algas y animales tales como corales y gastrópodos pueden hacerlo con el carbonato de calcio y minerales de magnesio; los crustáceos con el cobre; las esponjas con el oro; numerosos moluscos marinos con varios metales pesados, y, finalmente, que las bacterias también pueden concentrar masivamente algunos metales.

El progresivo conocimiento en relación a estos invisibles personajes, verdaderos labradores de los minerales, va abriendo puertas de la metalurgia, ofreciendo un campo pleno de posibilidades inclusive allende el continente, demostrándonos, una vez más, que nuestro océano no sólo es un potente cumulo de riquezas, sino también —y esto si es valioso— un laboratorio en que operan eficientemente los microorganismos.

Chile es un país "lixiviador" por excelencia. Su geografía nortina ha sido desde hace un siglo, testigo de la evolución de innumerables faenas de lixiviación y de la reiterada aparición en sus minas de aguas sulfatadas, sin aparente explicación. Para entender éste y otros fenómenos asociados es necesario seguir la trama de esta aventura bacteriana.

2. Las Bacterias:

Han sido conocidas más bien por el hecho de producir la putrefacción de alimentos frescos y conservados y por causar la mayoría de las en-

Jamie Eduardo Torreblanca Basalto, Ingeniero de Ejecución en Minas, Profesor de Jornada Completa Departamento de Metalurgia, Área de Procesamiento de Minerales.



fermedades contagiosas del hombre, los animales y algunas plantas, y también, por ser vitales en la formación de nitratos, imprescindibles para la vida de las plantas.

Algunas características:

- Por término medio miden aproximadamente 1 micra.
- Por lo general tienen una de las tres siguientes formas, lo que permite asociarlos en tres grupos distintos:
 - forma esférica coco
 - forma de bastoncillo bacilo
 - forma de tirabuzón espirilo

La reproducción bacteriana se realiza ya sea por mutación (partición en dos) o por esporulación (contacto sexual). Una reproducción diferida significa que según la actividad bioquímica que está desarrollando se puede multiplicar por mutación o esporulación.

Ya se ha establecido incluso, de una manera formal, y por primera vez, que las bacterias pueden vivir y reproducirse en el aire y no sólo, como se suponía, sobre superficies sólidas o en los líquidos (1). La multiplicación bacteriana puede llegar a niveles insospechados. Así, por ejemplo, una bacteria bajo condiciones ambientales favorables, con un ciclo de generación de 30 minutos y con un peso de 10^{-13} grs. después de dos días estaría multiplicada en 10^{43} bacterias, lo que equivale a un peso de 10^{30} grs. = 10^{23} tons. (2). Bajo condiciones favorables el crecimiento tiende a ser exponencial. Existen factores limitativos tales como el envenenamiento del medio ambiente por las toxinas producidas por su metabolismo, o por la falta de alimentos. Sin embargo, la agitación del cultivo determina un desarrollo más acelerado. Los alimentos deben estar en solución y contener C, H, N, S, O y P, además de K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Co y otros (3). Cuando falta uno de estos elementos el cultivo se puede afectar seriamente.

Las bacterias autotróficas necesitan para su alimentación sólo compuestos inorgánicos, los que deben contener un suministrador de energía, de oxígeno, de dióxido de carbono, de nitrógeno, de fósforo y algunos iones metálicos.

Las heterotrofas precisan compuestos orgánicos para alimentarse.

El movimiento de las bacterias se realiza por sus flagelos ("pestañas"), o bien, por un movimiento de reptación o deslizante. Los espirilos poseen flagelos polares, es decir, ubicados en los extremos de la célula, los cocos, en cambio, raramente son flagelados. Los bacilos pueden carecer de flagelos o tenerlos polares.

El núcleo de las bacterias (al que no siempre se puede apreciar) contiene unas unidades hereditarias dispuestas linealmente, análogas y posiblemente homólogas a los cromosomas y genes de las formas superiores de vida. Durante la reproducción estos elementos son transmitidos de manera ordenada por unos mecanismos todavía no dilucidados.

Según el valor de la temperatura óptima para su desarrollo las bacterias pueden ser:

sicrófilas: Temperatura óptima menor a 20°C

mesófilas: Temperatura óptima entre 20°C y 45°C

termófilas: Temperatura óptima sobre 45°C.

De acuerdo a su comportamiento frente al oxígeno se las clasifica en:

aerobias: requieren oxígeno para desarrollarse y lo hacen mejor a tensiones altas (20% o más).

microaerófilas: necesitan oxígeno, pero se desarrollan mejor y les puede resultar hasta indispensables las tensiones bajas (inferior a 10%).

anaerobias: no requieren oxígeno para su desarrollo.

anaerobias obligadas: pueden crecer sólo en ausencia absoluta de oxígeno.

anaerobias discretionales: son las que logran aclimatarse hasta cierto punto solamente a la presencia del oxígeno.



DESDE 1923

**MAX HUBER
REPROTECNICA LTDA**

COPIAS DE PLANOS - FOTOCOPIAS XEROX AMPLIACIONES FOTOSTAT
REDUCCIONES A ESCALA FOTOSTAT REPRODUCCIONES TRANSPARENTES
COPIAS E IMPRESIONES "OFFSET" MIMEOGRAFO MATRICES PARA
SISTEMA OFFSET "MULTILITH" ENCUADERNACION CON LOMOS PLASTICOS
MAQUINAS HELIOGRAFICAS MARCA "GAF"

miralleres 250 teléfonos: 38814 383925
luis thayer ojeda 0154 teléfono 252211
mac iver 142 teléfono 32049

2.1 Reacciones Químicas de la Oxidación Bacteriana

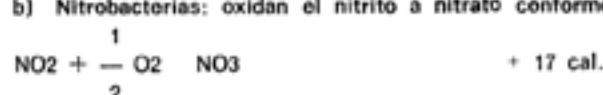
(Me = Metal)

4 Fe SO ₄ + 2 H ₂ SO ₄ + O ₂	2 Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 2 H ₂ O	(1)
Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 6 H ₂ O	2 Fe (OH) ₃ + 3 H ₂ SO ₄	(2)
Me _x Sy + x Fe ₂ (SO ₄) ₃	2 x Fe SO ₄ + x Me SO ₄ + y S	(3)
S + H ₂ O + 3/2 O ₂	H ₂ SO ₄	(4)
Me _x Sy + (0.5 x + 1.5 y) O ₂ + (x - y)	H ₂ SO ₄ + Me SO ₄ + (x - y) H ₂ O	(5)
Me S + 2 O ₂	Me SO ₄	(6)
Me S ₂ + H ₂ O + 7/2 O ₂	Me SO ₄ + H ₂ SO ₄	(7)
Me ₂ S + H ₂ SO ₄ + 5/2 O ₂	2 Me SO ₄ + H ₂ O	(8)

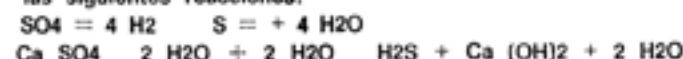
2.2 Algunas Bacterias de Interés Metalúrgico

2.2.1 Bacterias Nitrificantes (5). Las más importantes son:

- a) Nitrosomas: responsables de la oxidación de amonio a nitrato, según la reacción:
 $\text{NH}_4^+ + 1\frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^- + 66 \text{ cal.}$
- b) Nitrobacterias: oxidan el nitrito a nitrato conforme a:



2.2.2 Bacterias del Azufre (5). Son sulfato reductoras heterotrofas y anacrobias obligadas. Actúan en las siguientes reacciones:



Son abundantes en la naturaleza, se les encuentra en aguas dulces, estuarios, lagos, aguas lacustres y marinas. Desde el punto de vista geológico presentan interés por ser las responsables de la neogénesis de los sulfatos metálicos en medio marino y por el papel que desempeñan en la formación del petróleo.

2.2.3 Bacterias del Fierro (5). Se destacan notablemente las especies *Thiobacillus ferrooxidans* y *Ferrobacillus Ferrooxidans*, que son autotróficas de apariencia bacilar. Se las encuentra comúnmente en aguas conteniendo sales de hierro.

2.2.4 Los *Thiobacillus* (6). Las características comunes de todas las bacterias agrupadas en el género *Thiobacillus* pueden resumirse en que son patógenas, bastones de 0.5 x 1.0-1.5 μ en tamaño promedio, pueden asimilar CO₂ como única fuente de carbono. La mayoría tiene un pH óptimo cerca de los valores neutrales y sólo se muestran 2 especies activas en un pH inferior a 2: *Thiobacillus ferrooxidans* y *Thiobacillus thiooxidans*.

2.2.4.1 El *Thiobacillus ferrooxidans*. Esta especie fue aislada al comienzo de los años 40 desde aguas ácidas extraídas de las minas (7). Fue el punto de partida a las especulaciones respecto a la posibilidad de lixiviar metales aplicando procesos microbiológicos.

Con anterioridad a los primeros estudios sobre el T ferrooxidans se conocían ya varias bacterias oxidantes del hierro en la que ya se habían verificado rasgos autotróficos tal como los presenta el T ferrooxidans. Una de ellas, la Gallionella



G. ferruginea tiene una actividad limitada a un pH sobre 3, en cambio el *T. ferrooxidans* crece a valores inferiores a 1. Además, el fierro férrico producido por la *G. ferruginea* se inmoviliza como incrustaciones sobre la envoltura de la célula mientras que el *T. ferrooxidans* no forma tales precipitados a bajo pH ni acumula metales intracelulares en forma notable. Estas diferencias ponen claramente en situación ventajosa al *T. ferrooxidans* para una aplicación industrial.

Aunque el *T. ferrooxidans* es autotrófico puede asimilar compuestos orgánicos e incluso es capaz de crecer sobre algunos gramos de ellos, sin embargo su metabolismo es generalmente disminuido.

La oxidación del fierro por el *T. ferrooxidans* se asocia a la fijación del C, que provee energía para el metabolismo.

La reacción de oxidación del fierro por el *T. ferrooxidans* se verifica según la reacción (1) dada en 2.1 (con — 7,84 K cal/mol).

A pH 1.5 se libera Fe^{+2} , un 30% del cual es usado por los organismos para su crecimiento. Además, se fijan 13.7 moles de CO_2 durante oxidación de 1 mol de Fe con una producción de 2.2×10^{12} organismos ó 350 mg. de bacterias en peso seco.

Por cuanto esta especie es aeróbica debe asegurarse el abastecimiento de O_2 , constituyéndose en el factor más importante para la acción de las bacterias. Tal es así, que a una velocidad de 80 grs/lit. en 24 horas, con aireación, le corresponde una de 6.96 cuando tal aireación no existe.

Los organismos requieren, además de la fuente de carbono y de energía (fierro ferroso y compuestos de azufre reducido), nutrientes inorgánicos tales como nitrógeno, fosfato, sulfato, magnesio y potasio, entre otros.

El metabolismo de estos organismos es inhibido en distintos grados según la presencia y concentración de iones inorgánicos. Algunos de los iones más tóxicos incluyen mercurio y molibdeno, ambos inhiben el desarrollo de la especie a 10^{-3} M, en cambio, ésta soporta altas concentraciones de H^+ en pH 1 con buena capacidad de crecimiento.

Entre los compuestos oxidados por el *T. ferrooxidans* y otro *Thiobacillus* no especificado se incluye S^+ , S^- , S_2 , O_3^- , S_4O_6^- , S_3O_6^- .

El mecanismo propuesto por el cual los organismos atacan al sólido sobre el que se encuentran agregados, involucra una reacción similar a la depolarización catódica que ocurre en la conexión microbial de los metales.

La presencia del *T. ferrooxidans* aumenta el potencial del electrodo de covelita que se oxida directamente por bacterias, lo que se ha atribuido

a la habilidad de los organismos para depolarizar áreas catódicas. Sin embargo, no hay evidencias directas de que el *Thiobacillus* pueda remover iones de hidrógeno o de otro modo tomar parte activamente en las reacciones electroquímicas como tales, aunque las reacciones mejoran por la oxidación bacterial del sulfuro.

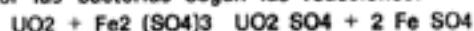
Existe una teoría que propone que los *Thiobacillus* solamente oxidan sulfuros al estado soluble, los que sin duda se encuentran en las vecindades de los materiales sólidos de acuerdo a la disociación química:



El *T. ferrooxidans* actúa también sobre el S elemental que se deposita sobre la superficie del sólido como consecuencia de reacciones químicas incompletas, oxidándolo a ácido sulfúrico, aunque a una velocidad de 4 a 5 veces menor que la desarrollada en oxidar el fierro.

Finalmente, vale la pena señalar, por su incidencia práctica, que si la temperatura excede el máximo para la actividad bacterial, la velocidad de lixiviación baja significativamente y lo mismo ocurre por la presencia de reactivos inhibidores del metabolismo bacterial. La oxidación de los sulfuros aumenta con la concentración de CO_2 . La velocidad de lixiviación aumenta con el grado de molienda de la mena (8).

Se han dado casos de lixiviación espontánea de uranio derivada de la acción de *T. ferrooxidans* en las aguas de las minas, pero no existe evidencia de una disolución directa del uranio por parte de las bacterias, como ocurre con la pirita o los sulfuros de zinc, cobre, cadmio y níquel. El proceso en sí consiste en una oxidación química por soluciones de ácido férrico producido por las bacterias según las reacciones:



3. Aplicación de las Bacterias a Escala Industrial (2).— Fue en la zona de Río Tinto, España, donde por primera vez se realizó el proceso a escala industrial, sabiéndose el origen bacteriano del fenómeno. Se trataba de desmontes, dispuestos en botes de 50.000 a 100.000 tons. de mineral, conteniendo 1,25% de c/u, irrigados con agua en ciclos de 7 a 14 días, con períodos alternados de descanso. Con el objeto de facilitar la aireación se movían los "fines" (3/8") y las colpas se ubicaban en camadas inferiores. Debido a problemas de combustión espontánea la altura de la camada fue restringida a 10 mts., aproximadamente. Se verificó una temperatura ideal entre 30 y 50°C.

Después de 2 años, la ley de la mena era de 0.30% de Cu, cerca del 20% de la pirita originalmente presente fue solubilizada.

En U.S.A. se realizó el llamado "Proyecto Sloop" en que participó la Kennecott Copper Co. y la U. S. Atomic Energy Commission y consistió fundamentalmente en fracturar un cuerpo mineralizado subterráneo de 1.814 millones de toneladas, con una ley de 0,4% de Cu, mediante una explosión atómica, percolando con cultivos bacterianos la zona fragmentada. Se estimó una producción de 25 tons. Cu/día.

Para la extracción de uranio se procede a oxidar el U^{IV} a U^{VI} mediante el sulfato férrico formado por el *Thiobacillus Ferrooxidans*. El U^{VI} se disuelve mediante la extracción por solventes, resinas de intercambio iónico o técnicas de precipitación. En este proceso es importante mantener la temperatura unos 10°C sobre la temperatura ambiente y mantener elevado la concentración de fierro férrico en la solución. Factor esencial es el suficiente mojado del circuito bacteriano. Esta técnica, que se inició en Portugal en 1953 (9), está siendo aplicada en África del Sur, Francia, Suecia y Canadá.

Para la eliminación de contenidos siderúrgicos de S se ha empleado el *T. ferrooxidans*. Otras bacterias del S se han utilizado para la extracción de S a partir del yeso. La bacteria produce la descomposición del sulfato que de otro modo no tendría lugar en condiciones ambientales de temperatura y presión. El mismo mecanismo se ha utilizado para la fabricación de ácido sulfúrico. Partiendo de la misma materia prima, en África del Sur se ha logrado producir H₂S usando otras especies bacterianas. A la desventaja del largo tiempo necesario se le oponen las ventajas del bajo consumo de energías, bajo costo de reactivos y pequeña inversión de capital. Se dan rendimientos de 80% y superiores.

Los sulfatos de zinc y níquel lixivian más rápido y completamente que los de cobre, pero no existen procesos económicos para extraerlos de la solución.

La extracción del manganeso está en estudio.

También está vigente la posibilidad de sulfurar, por el método antes señalado, la superficie de minerales oxidados de cobre, plomo y zinc antes de concentrarlos por flotación. También toma cuerpo la alternativa de extraer azufre desde las escorias de los altos hornos.

En Chile, el caso de lixiviación bacteriana "in situ" típica, ocurre en Andacollo. Ya a comienzos de siglo se extraían aguas sulfatadas desde los piques de las minas, de los que aún uno de ellos, según consta, está activo. Actualmente existe en esta localidad una extracción de aguas sulfatadas con relativa importancia, las que se obtienen con sólo agregar agua a los piques. Por la mineralización y a la zona que corresponde el

área lixiviada, la única explicación válida es la de una lixiviación bacteriana. La búsqueda de dichas bacterias ha dado lugar a la visita de muchos "personajes" a la mencionada localidad, dig-

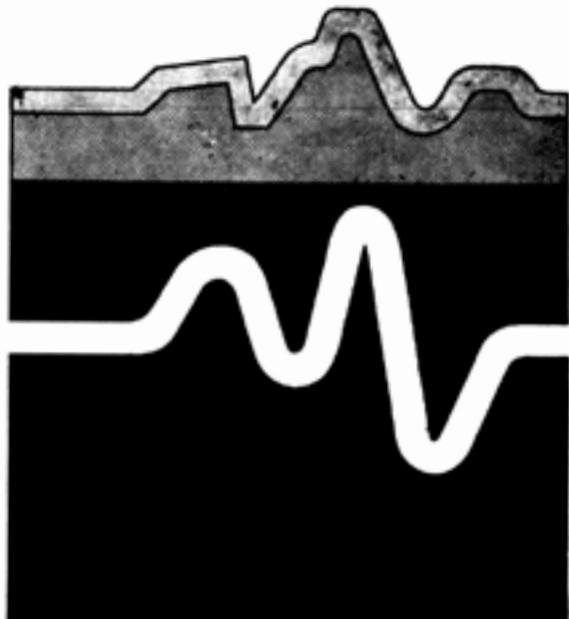
MAESTRANZA MAIPU S. A. I.

- ESTRUCTURAS PESADAS
- VIGAS DE PUENTES
- ESTRUCTURA PARA SISTEMAS TRANSPORTADORES
- MARCOS DE ESTABILIDAD PARA TUNELLES
- ESTRUCTURAS PARA HORNO DE PROCESO
- PUENTES GRUAS
- CHIMENEAS DE REFINERIAS Y PLANTAS INDUSTRIALES
- CONVERTIDORES Y HORNO ROTATORIOS
- TORRES DE DESTILACION PARA INDUSTRIA QUIMICA Y PETROQUIMICA
- TUBERIAS DE PRECISION
- CARROS MINEROS
- ESTANQUES CLINOROMICOS HORIZONTALES Y VERTICALES
- ESTERAS DE PRESION
- ESTANQUES DE TECHO FIJO Y FLOTANTES
- TORRES DE AGUA



PLANTA INDUSTRIAL
VICENTE REYES 840
FONO 572991
MAIPU - CHILE

OFICINA COMERCIAL
BOURBANS 1055
DEPTO. 212
FONO 723180
SANTIAGO - CHILE



GEOEXPLORACIONES

GEOFISICA APPLICADA A PROSPECCIONES MINERAS
COBRE DISMINUIDO-COBRE EN VETAS HIERRO-ORO-RADIOACTIVOS-NO METALICOS
GEOFISICA APPLICADA A PROSPECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS
PROFOUNDIDAD DE LA CUENCA-PROFOUNDIDAD DE LA CAPACIDAD DEL AGUA
GEOFISICA APPLICADA A OBRAS DE INGENIERIA CIVIL Y MINERIA
TIERRAS-ESTRANJEROS-CONSTRUCCIONES
SISMICA + RESISTIVIDAD + POLARIZACION INDUCIDA + POLARIZACION ESPONTANEA
MAGNETOMETRIA + GRAVIMETRIA + ELECTROMAGNETISMO + RADIONETRIA
REPRESENTACIONES + SERVICIOS + REPARACION DE INSTRUMENTOS
ASESORIAS + TOPOGRAFIA + TRANSPORTE + ANTEPROYECTOS + ENTRENAMIENTO



GEOEXPLORACIONES LTDA
DURALE ALMENDRA 1027 OFICIO 4000/TELEFONOS 340-340
SANTIAGO DE CHILE

na de las novelas de Pirandello: "Muchos personajes en busca de un autor". Se tiene entendido que ya se aisló al "autor" primer paso necesario para llegar a lograr un proceso controlado, haciendo actuar la misma bacteria.

En Copiapó, el año 1971, se inició en la U.T.E. local, la búsqueda del agente invisible causante de la "extraña" aparición de sulfatos y ácido sulfúrico en determinados puntos de la zona. Se obtuvieron cultivos y se logró observar y fotografiar la especie *Ferrobacillus Ferrooxidans*. Se registraron sus principales características:

—Medio de vida de un pH bajo; sensibilidad a la luz, presentando esterilidad en los altos índices de luminosidad; temperatura en que sobrevive: entre 5 y 50°C; autotrófico; reproducción diferida.

Posteriormente se iniciaron experiencias en una planta experimental piloto, conteniendo sulfuros

de cobre y una determinada proporción de pirita. Después de algunos meses se constató la acción del *Ferrobacillus Ferrooxidans* mediante la oxidación del hierro al estado de sulfato férrico, efectivo disolvente de los sulfuros de cobre. Debido a que el bacilo no pudo ser aislado, los rendimientos no fueron óptimos: a los 180 días se obtuvo un 12,8% de Cu de la bornita y un 30,2% de la covelina (10).

En 1974 se aisló la especie *Thiobacillus Ferrooxidans* en aguas ácidas cerca de Rancagua (El Teniente). Las únicas fuentes de energía utilizadas para su desarrollo fueron sales ferrosas, azufre o calcopirita. Se verificó una mayor velocidad de desarrollo y de oxidación en los cultivos agitados que en los estacionarios. Al proliferar la especie en el medio con calcopirita liberó sales solubles de cobre y fierro. La morfología indicó que la especie corresponde a bacilos (11).

TABLA 1.— BREVE RELACION DE LA RECUPERACION DE METALES CON MICROORGANISMOS
Extractado de la Tabla 1 de (6)

Metal	Materia Prima	Organismo	Tratamiento
Cd	Sulfuro de Cd	T. Thiooxidans	Agitación
Co	CoS sintético	T. ferrooxidans	Agitación
Cu	Concentrado de sulfuro de cobre		Percolación
	Sulfuro de cobre		Percolación
	Covelita		Agitación
	Calcorita		Agitación
	Bornita		Agitación
	Tetraedrita		Agitación
	Mena de cobre-estaño		Agitación
	Mena de cobre-níquel		Agitación
	Mena de calcopirita		Estacionario
	Concentrado de calcopirita		Agitación
	Escoria de Cu de reverbero		Agitación
	Cu S		Percolación
Mo	Mena de molibdenita	T. ferrooxidans	Percolación
	Mo S2	Bacteria Termofilica	Agitación
Ni	Millerita	T. ferrooxidans	Agitación
	Mena de cobre-níquel	T. ferrooxidans	Agitación
	Mena de Pentlandita	T. ferrooxidans	Agitación
	Ni S sintético	T. ferrooxidans	Agitación
V3O8	Mena de Elliot Lake	¿Thiobacillo?	Colas
	Mena de Elliot Lake	T. Ferrooxidans	Semicontinuo con agitación
	Menas australianas		Lixiviación en columnas
	Menas de Gas Hill	¿Thiobacillo?	Lix. en pilas (lab.)
	Menas de India	¿Thiobacillo?	Percolación
	Lamas piritosas	T. Ferrooxidans	Percolación
Zn	Concentrado de ZnS	T. Ferrooxidans	Agitación
	Concentrado de ZnS	T. Ferrooxidans	Agitación
	ZnS sintético	T. Ferrooxidans	Agitación

4. Factores Limitantes.— Sin lugar a dudas que una de las limitaciones más serias de la lixiviación bacteriana para su aplicación industrial la constituye la temperatura de trabajo, que varía según la especie, pero que se encuentra normalmente entre 26 y 35°C (12). Cada bacteria tiene su temperatura crítica, por debajo de la cual su crecimiento es imposible. Para la mayoría ésta varía entre 5 y 10°C, sin embargo, existen algunas especies marinas activas a 0°C y en otros casos se ha registrado actividad entre 3 y 6°C. Existe también la temperatura óptima que para organismos está en torno a 30°C. Se ha encontrado una temperatura máxima, sobre la cual el crecimiento de la bacteria es imposible y ésta como regla entre 38 y 48°C para la mayoría de los organismos. La muerte del organismo ocurre a 10-15°C sobre esta temperatura. Una excepción la constituyen, como está dicho, las bacterias termófilicas, cuya temperatura óptima se encuentra entre 50 y 60°C.

Desde el punto de vista de la sensibilidad del proceso, se constituyen en obstáculos el tiempo de lixiviación y los índices de recuperación.

Para las bacterias oxidantes el pH debe ser menor a 7. En general, para bacterias atotrofias el pH, en que son más eficaces, está entre 2 y 3.5. Con pH menor y mayor la velocidad de oxidación disminuye. En valores superiores a 6 la actividad bacterial está totalmente inhibida. Para un pH 9 las bacterias mueren (13).

5. Resumen.— La comprobación de la incurión bacteriana en el reino mineral presenta tanto una posibilidad de recuperación económica de metales útiles al hombre, como un desafío de carácter eminentemente interdisciplinario.

Existen ya variadas experiencias de aplicación de la acción bacteriana a escala industrial, posibilitadas por el conocimiento del microorganismo específico y por la ninguna limitación que impiden las bacterias el tipo de operación, al actuar indistintamente en estanques, por percolación o agitación, en pilas en cancha, en labores subterráneas y también "in situ" según el individuo de que se trate.

La mayor eficiencia se logra evidentemente en las reacciones de oxidación, en especial en la obtención de sulfato férrico y ácido sulfúrico.

La especie más vastamente aplicada es el *Thiobacillus Ferrooxidans*, la que se conoce suficientemente como para reproducirla en operaciones industriales.

La realización de la lixiviación bacteriana a nivel industrial implica etapas previas relativas al microorganismo: su aislamiento e individualización, determinación de los parámetros de subsis-

GLEISNER

FERRETERIA INDUSTRIAL S.A.

FUNDADA EN 1896

SANTIAGO - TALCA - CAUQUENES
CHILLAN - LOS ANGELES
CONCEPCION

FERRETEROS IMPORTADORES

Al servicio de la Industria, Minería, Construcción, Agricultura, con la experiencia de sus 121 años de existencia.

—Artículos de Seguridad Industrial:

Protector, "BATA" "WILSON" Guantes, Trajes de agua.

—Bombas de todo tipo Importadas y Nacionales:

"SIHI", "HALBERG", "YACUZZI", "CIC", "LEADER", "VOGT".

Para agua, ácido, vacío, etc.

—Motores Eléctricos "CIC".

—Motores Bencina "BRIGGS".

—Motores Diesel "STRATTON".

—Herramientas Eléctricas: "BOSCH", "BLACK" y "DECKER".

—SERVICIO DE INSTALACION, MANTENCIÓN Y REPUESTOS.

—DEPARTAMENTO ESPECIAL CON ASESORIA TÉCNICA:

Rodamientos "SKF", Retenes "STEFA", Surtido completo en pernos "AMERICAN SCREW".

Pinturas "CERESITA".

"SIKA", "FERROBET".

Tratamientos de aguas "AGUASIN", químico analista.

DISTRIBUIDORES:

"INSA", "LOCTITE", "MOLIKOTE", "CHESTERTON", "TUNNER BROTHER", "MAUSER", "GEDORE", "SARCO", "FACTOMET", "STIHL", "BALFOUR", "STARRET", "CRES-CENT".

Servicio de Encargos
Estacionamiento para clientes

GLEISNER con sus 121 años tratando de servir al país en la mejor forma.

BARRIOS ARANA 402 - Cas. 45-C
Fono 22335 - Telex 60029
CONCEPCION

DIRINCO-INDELCO

Equipos de Intercambio de calor para industria química y petrolera y aplicaciones industriales en general

Departamento de Proyectos:

Fonos: 715972-712609

Oficinas:

Al. Bdo. O'Higgins 2289 - Of. 612
SANTIAGO

TRANSFORMADORES

"MONARC"

M. R.

JUAN CAMPOS



PARA: TRANSMISION — RECEPCION
T. V. E INDUSTRIALES
FABRICACION — REBOBINADOS
ATENCION RAPIDA A PROVINCIAS

LORD COCHRANE 302
TELEFONO 718372 SANTIAGO

HIDROTECNICA LTDA.

TODA CLASE DE BOMBAS

MOTORES

INSTALACIONES

REPARACIONES

SERVICIO

AV. BRASIL 42-A - FONO 60688

CAS. 2555 - SANTIAGO

FAKON

- INGENIERIA AGRICOLA
- CONSTRUCCION DE TRANQUES
- NIVELACION DE SUELOS
- PROYECTOS AGRICOLAS

MONEDA 973 - OF. 835

FONO 81283 - SANTIAGO

tencia y desarrollo normales. De la factibilidad técnica para reproducir a gran escala en condiciones rentables de tales parámetros depende esencialmente la posibilidad de mantener una operación industrial con el microorganismo.

La verificación de actividad bacteriana en la concentración de algunos elementos en medio marino abre otro campo de posibilidades tan rico y amplio como el mismo océano.

La vigencia de la alternativa bacteriana para resolver muchos problemas metalúrgicos en nuestro país es una realidad, por la riqueza de nuestro subsuelo, la rica experiencia y tradición en lixiviación, los relaves y desmontes de que está poblada nuestra geografía, y, por ser un país encajonado entre montañas y mar, prósperos laboratorios de microorganismos que esperan nuestra intervención para aprovechar la gran aventura de las bacterias en el reino mineral.

BIBLIOGRAFIA

- 1.— El Mercurio, Santiago de Chile, 8 de mayo de 1977.
- 2.— Hughes D. E., Hill E. C. Microbiology and the Metallurgical Industries, 1969.
- 3.— MINERIOS & METAIS AÑO 3, N° 6, Universidad de São Paulo, Brasil.
- 4.— Bergakademie Freiberg, Apuntes de clases, 1973.
- 5.— Sutton J. A., Conick J. D. Possibles Uses for Bacteria in Metallurgical Operation. Bureau of Mines, 1961.
- 6.— O. H. Tuovinen, D. P. Kelly. Use of Micro-Organisms for the Recovery of Metals. International Metallurgical Reviews, March 1974, U.S.A.
- 7.— A. R. Colmer, M. E. Hinkle, Science, 1947; K. L. Temple and A. R. Colmer d. Bact. 1951, U.S.A.
- 8.— H. Schubert, Aufbereitung fester Mineralischer Rohstoffe Band III, Leipzig 1972.
- 9.— Le Roux, N. Mining with Microbes. New Scientist, 1969.
- 10.— Tecnoniversitaria N° 10, UTE, Stgo., 1974.
- 11.— Claudio Sánchez, Hugo Maturana e Inés Moretti. Aislamiento de *Thiobacillus ferro-oxidans* en zona minera Andina. Universidad de Chile, Stgo., 1974.
- 12.— Fernando Kempff. Lixiviación Bacterial de Covellina. Minerales N° 126, 1974.
- 13.— Química y Metalurgia del Cobre, Memoria de Titulación varios autores, UTE, Stgo., Depto. Metalurgia, 1971.

TENDENCIAS GENERALES ACTUALES EN PIROMETALURGIA DEL COBRE*

AKIRA YAZAWA (**)

I. INTRODUCCION

Debido a los problemas de contaminación ambiental y a la crisis energética, la metalurgia extractiva no-ferrosa se encuentra hoy en un periodo revolucionario, y el mayor interés de los metalurgistas extractivos se encuentra enfocado ahora en los métodos de producción donde hoy se utilizan procesos comerciales como el Mitsubishi y el Noranda. En el presente trabajo se ha hecho una evaluación de los procesos modernos de fundición de cobre, pese a que es difícil dar una solución simple para tal tipo de problema, debido a que deben considerarse muchos factores.

La extracción de cobre vía hidrometalúrgica es muy interesante y bajo condiciones adecuadas parece que puede esperarse bastante. Sin embargo, para el tratamiento de concentrado de cobre contenido fundamentalmente calcopirita, la vía hidrometalúrgica difícilmente puede competir con la vía pirometalúrgica debido a lo siguiente:

- 1) La reacción de fusión, es mucho más rápida que la reacción de lixiviación, y el contenido de cobre por unidad de volumen de los fluidos es más de diez veces superior en pirometalurgia en comparación con una solución acuosa. La vía pirometalúrgica entonces, se presta para tratar efectivamente una gran cantidad de mineral.
- 2) El proceso de fusión es ventajoso para recuperar los metales preciosos.
- 3) La energía total requerida en la vía pirometalúrgica es considerablemente inferior a la requerida en la vía hidrometalúrgica.

- 4) La calidad del cobre obtenido en el refino electrolítico es superior al de la electroobtención
- 5) Desde el punto de vista de la contaminación debida a los descartes, los residuos de lixiviación son mucho más problemáticos que las escorias.
- 6) El ácido sulfúrico, como producto final extraído del azufre contenido en el concentrado, es el más práctico mientras sea vendible.

Por ello, no cambiará dentro de algunas décadas la superioridad de la vía pirometalúrgica, y en el presente artículo se intentará hacer precisamente una comparación entre los diferentes procesos de fusión.

II. PROCESOS DE FUSIÓN TRADICIONALES

1.— Reverbero, Horno Eléctrico y Alto Horno.

En forma general puede considerarse que el proceso de fundición de cobre consiste en cuatro etapas, a decir, tratamiento preliminar del concentrado, fusión a mata, conversión y refino de ánodos. Como tratamiento preliminar se adopta selectiva-

(*) El presente artículo fue entregado por el autor al Depto. de Metalurgia (UTE) para su publicación en Chile, y ha sido traducido del manuscrito original en inglés por el Prof. Dr. Nelson Santander.

(**) Profesor del Instituto de Investigaciones de Tratamiento de Minerales y Metalurgia, Universidad de Tohoku, Sendai, Japón. Profesor visitante en la U.T.F.S.M. (Agosto 1975).

mente el mezclado, el secado, el peletizado, la tuesta o la sinterización, etc., dependiendo del método de fusión que siga a continuación. Casi siempre se usa el convertidor P.S. para el proceso de conversión, y generalmente se usan cuatro tipos de hornos en el proceso comercialmente establecido, de fusión a eje, el reverbero, el eléctrico, el "flash" y el alto horno. Sin embargo, el horno de fusión "flash" comenzó alrededor de 1950, y puede decirse que el refinamiento que ha tenido justo en los años recientes lo coloca entre los procesos nuevos de fusión. Al comienzo entonces, se harán descripciones breves para los otros tres tipos de hornos, los que tienen una historia algo más larga.

a) Horno reverbero: Despues de varias mejoras introducidas y con la automatización, este horno ha sido altamente perfeccionado para su uso comercial en la fundición de cobre. Tiene una larga vida, puede cumplir una larga campaña sin interrupción, y su operación práctica es fácil y flexible. Combinado con nuevas técnicas, tales como tostador de lecho fluido, flotación de escorias y quemadores con oxígeno, ha podido elevarse mucho la eficiencia del proceso de fusión. Por otro lado este horno tiene varias desventajas, tales como elevado consumo de combustible, baja eficiencia de crisol, gran cantidad de gases de escape, elevado costo de construcción, pérdida relativamente alta en la

escoria, formación de magnetita, etc. Aparte de estos factores, el problema más grave en este horno es la contaminación producida por el gas de escape, por lo que parece que será difícil que exista en el futuro en áreas con estrictas normas ambientales. No obstante, el moderno carguío de calcina combinado con tuesta flúnsolido permite alcanzar un 90% de recuperación de azufre, y puede entonces aprovecharse la superioridad de este horno en aquellas áreas donde pueden destacarse los méritos de este horno.

b) Horno eléctrico: Este horno tiene los méritos propios del horno tipo reverbero, pero es aquí posible regular la formación de magnetita y es posible adaptarse a normas ambientales estrictas, ya que la recuperación de SO₂ fácilmente se lleva a cabo debido a la pequeña cantidad de gas de salida. El problema es el consumo de energía eléctrica que alcanza a 600 KWh por tonelada de concentrado verde, ó 350 KWh en la calcina. Por ese motivo este proceso es adecuado en áreas especiales que tengan suficiente energía eléctrica barata.

En algunos casos se sugiere, como una razonable técnica moderna para la producción de cobre, el proceso tipo Brixlegg en el que se reduce a metal una calcina tostada "a muerte" en un horno eléctrico, pero se complica debido

LIBRERIA "UNO SUR"

ARTICULOS DE ESCRITORIO TEXTOS
UNIVERSITARIOS — ARTICULOS PARA
ESTUDIANTES

1 SUR 1362 — TELEFONO 33809
TALCA

BERTI HNOS. LTDA.

MUEBLES ESPECIALES EN
MADERA Y FORMALITA

Bibliotecas — Estanterías
Escritorio — Instalaciones
Mesones — Revestimientos

SANTA ROSA 4602
SANTIAGO

REQUIMAC

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
PARA CHILE DE:

avelling barford ltd.
clayton cranes hoist
coles cranes
cullen detroit allison diesel
eimco mining machinery
english clay lovering
nortorf s. a. i. c.
norwalk co. inc.
norwalk-turbo co. inc.
omnilift inc.
subterranean tools inc.

PROVIDENCIA 1100 - OF. 1601
FONOS: 741169-746089
TELEX SGO. 370 - CASILLA 9294
SANTIAGO

- a demasiadas impurezas en el cobre resultante.
- c) Alto Horno: Este horno es adecuado para plantas a pequeña escala, debido a sus aspectos ventajosos como son bajo costo de construcción, alta eficiencia térmica y elevada flexibilidad. Sin embargo, son serios los problemas de baja productividad, alto costo de mano de obra, tratamiento de gas SO₂ diluido y la mantención de una proporción fija para el material grueso. Es posible que en el futuro se mantenga este horno en fundiciones locales de pequeña escala, y en este caso sería adecuado el proceso Moroda que tiene un tratamiento preliminar simple y buen sistema de recuperación de SO₂.

II.2. PROCESO DE FUSIÓN "FLASH"

Dos tipos de proceso, el INCO, y el Finlandia se conocen como fusión "flash". Este último, establecido por la Outokumpu y desarrollado en Japón, será el tema que se discutirá aquí, ya que este horno se considera la alternativa con más expectativas frente al reverbero. Tiene varios aspectos interesantes, la razón de desulfuración se selecciona arbitrariamente, el consumo de combustible es bajo, la economía térmica es buena, tiene elevada velocidad de fusión cuando hay una elevada automatización, se alcanza fácilmente una elevada recuperación de azufre a partir de gas de escape rico en SO₂, por lo cual este horno se adecúa a severas normas ambientales.

Sin embargo, debe hacerse notar que se requirió un historial bastante largo de mejoras para alcanzar el nivel actual después que fue inventado por la Outokumpu en 1949, y sólo hace poco pudo alcanzar este proceso una alta evaluación, especialmente en Japón. Hasta hace diez años, se han señalado varios problemas, tales como restricciones para el concentrado, dificultad para el tratamiento de material grueso, elevada pérdida en la escoria, crecimiento del piso debido a acreciones, problemas en las calderas, duro ataque a los refractarios, vida relativamente corta, etc., pero ellos han sido gradualmente superados y se ha llegado a hornos a gran escala. Estos hornos han sido el fruto de la acumulación de varias mejoras tecnológicas en el mezclado de concentrado, la modificación de un secador "flash", la introducción de aire precalentado a alta temperatura, el diseño del quemador de concentrado, altura de la torre de reacción, diseño de varias partes del horno, método de refrigeración de los refractarios, etc.

La elección del método, teniendo dos posibilidades, es a menudo tema de preocupación al construir el horno.

i) Para el secado de concentrado se dispone de:

- a) horno rotatorio, o
 - b) secador flash
- ii) Para limpiar la escoria se puede emplear:
- a) Flotación, o
 - b) horno decantador
- iii) Para obtener una gran producción se puede utilizar:
- a) enriquecimiento en oxígeno, o
 - b) aire precalentado a elevada temperatura.

De las experiencias en Japón se concluye que sería mejor seleccionar a los b) como los métodos fundamentales, sin embargo, la combinación de dos métodos, tales como un horno rotatorio seguido luego de un secador flash, o bien la introducción de oxígeno en forma auxiliar, parecen ser efectivos, y dan flexibilidad.

Como un desarrollo reciente puede mencionarse el llamado horno eléctrico "flash" establecido en la fundición Tamano, en el cual se instalan tres electrodos en hornos flash-decantadores sin requerir el empleo de hornos separados de limpieza, y un escape con chaqueta de agua conecta el decantador con la caldera. Usando este horno se obtiene la escoria de descarte directamente del "flash", y como hay una menor cantidad de gas de salida y una temperatura más adecuada de éstos, disminuyen los problemas de polvos y de calderas. Otro proceso, el desarrollado en la fundición de Saganoseki, ha permitido subir el contenido de cobre en el eje hasta 60-65% sin aumentar el contenido de cobre en la escoria de descarte. Ensayos para obtener metal blanco o directamente cobre crudo serían interesantes en algunos casos especiales, pero en el proceso normal de fusión "flash" parece ser mejor obtener escoria de descarte vía pirometalúrgica, luego 65% de cobre puede ser el límite óptimo como grado del eje.

Sin embargo hay algunos aspectos débiles en el horno "flash" y debido a ellos surgen ciertas dudas en torno al tiempo que pueda mantener este horno su superioridad en el futuro. Para este horno se requiere un concentrado completamente seco, el que se dispersa en fase gaseosa junto a aire precalentado a alta velocidad en flujo concurrente. Por tal motivo el arrastre mecánico de polvo tiende a aumentar, y las partículas de concentrado se someten a una fuerte oxidación sin coexistir con suficiente cantidad de silice por lo que se produce demasiada magnetita, junto a esos problemas inherentes al mecanismo de oxidación, los ingenieros acostumbrados a trabajar con reverberos plantean sus dudas acerca de la flexibilidad de operación del "flash" materiales de carga, refractarios, etc. Pese a eso, el proceso "flash" es aún suficientemente nuevo como para esperar más desarrollo, y vale la pena considerarlo como el método alternativo al reverbero por varios años.

II.3. CONVERTIDOR Y HORNO DE ANODOS

El convertidor PS convencional es autógeno y se logra un razonable mecanismo de oxidación y remoción de impurezas mediante burbujeo a través del líquido. Sin embargo, debido al carácter discontinuo de su operación, surgen varias desventajas, por ejemplo, mano de obra elevada, fluctuaciones en la concentración de SO₂, escapes de SO₂ durante el vaciado, vida del horno relativamente corta, etc. Algunos metalurgistas se interesan en el convertidor tipo Hoboken, pero sería preferible la conversión continua mediante un simple horno estacionario. Esto puede esperarse que se efectúe en escala industrial si el rol del convertidor es el de tratar eje conteniendo 60 a 65% de cobre. En esta dirección han aparecido varias propuestas, incluyendo al proceso Mitsubishi.

En cuanto a la operación convencional del horno de ánodos, ésta debe hacerse más efectiva. Aunque la obtención de acero es otro problema, debe tenerse presente que en el convertidor LD es posible extraer elevados contenidos de impurezas en corto tiempo, y regular precisamente la composición final del acero. Por otra parte, junto con la introducción de la conversión continua y una mayor tendencia al cargado de chatarra y cementos de cobre, podría eliminarse una considerable cantidad de impurezas en el horno de ánodos, dependiendo de las condiciones. Por ello se espera que aparezca un horno de refino a fuego para cobre crudo, que tenga una alta eficiencia.

III. PROCESOS DE FUSIÓN PROPUESTOS RECENTEMENTE

III.1. DESCRIPCIONES GENERALES DE LOS PROCESOS PROPUESTOS RECENTEMENTE

Hasta ahora se han propuesto varios procesos de fusión, pero sólo unos pocos, incluyendo el Noranda y el Mitsubishi, han alcanzado la etapa comercial. Uno de ellos es la fusión directa en el Convertidor usando aire enriquecido con oxígeno, que se ha llevado a cabo en la fundición Hitachi utilizando un convertidor PS normal; pero en la actualidad se utiliza un nuevo horno "flash". Este proceso es interesante, ya que se enriquece gradualmente el contenido de cobre en el líquido hasta lograr finalmente metal, mediante soplos sucesivos utilizando un solo horno. Debe mencionarse eso sí, que la escoria producida se saca ocasionalmente. Como el convertidor corriente es algo caro para operar debido a varios factores, no puede decirse que este proceso sea adecuado para una producción a gran escala. Es posible que se haya sustituido este proceso por el proceso "flash"

debido a estas y otras razones tales como arrastre mecánico de polvo algo elevado, fugas de SO₂, etc.

El proceso de fusión ciclón ha sido ampliamente investigado en la Unión Soviética, pero debido a la baja eficiencia térmica, elevada pérdida en la escoria y un fuerte ataque a los refractarios, no ha podido obtener aún suficiente éxito. El llamado proceso KIVCET, que es una nueva versión del proceso ciclón, aparece también como de futuro dudoso.

Muchas propuestas acerca de fusión continua de cobre han parado antes, o justo en la etapa de planta piloto. Los procesos propuestos por Sehnalek y otros, Bringtonham, U.S. Bureau of Mines, y Oueneau-Schuhmann, incluyen aspectos interesantes pero los datos prácticos no son suficientes como para hacer una evaluación. El proceso Worcra es bastante famoso, pero parece ser muy delicado y no económico para llevarlo como horno comercial.

El proceso TBRC que se aplica en la extracción de níquel es igualmente interesante, pero puede no ser adecuado para producción de cobre a gran escala. Por ello sólo valdrá la pena de discutirse con detalle los procesos Noranda y Mitsubishi.

III.2. PROCESO NORANDA

En general se reconoce que el primer rasgo prominente del proceso Noranda es el hecho que la producción directa y continua de cobre puede lograrse con un solo horno. El segundo rasgo de este proceso es que es muy simple, se efectúa en una etapa en una sola unidad, y además presenta las siguientes ventajas: el Concentrado (con 8-10% H₂O) se carga directamente al horno mediante una correa "slinger" sin sufrir ningún tratamiento preliminar especial, con muy poca generación de polvo, el flujo de los líquidos es concurrente simple, y el tratamiento de un solo tipo de gas que contiene poco polvo puede vencer adecuadamente incluso las normas ambientales más rigurosas. Como tercer rasgo, y relacionado con los problemas anteriores, la operación práctica será fácil y flexible debido a que hay contenida una gran cantidad de líquidos, en este reactor semejante al convertidor clásico. Además, como cuarto rasgo, puede incrementarse fácilmente la producción al doble usando oxígeno.

Pese a lo anterior, parece que existen varios puntos débiles que pueden clasificarse en dos categorías, aquellos que se deben a la adopción de un proceso de producción concurrente y directa de cobre, y aquellos que se deben al uso de un horno tipo convertidor. Debido a la razón de la primera categoría, se hace inevitable una considerable pérdida de cobre en la escoria, por lo que la recu-

operación primaria de cobre es tan baja como 50 ó 60%, y toda la escoria producida debe tratarse mediante flotación. Los resultados de la flotación misma son buenos, pero la escoria debe enfriarse lentamente durante 5 días, y resulta dura lo que origina un elevado costo de molienda. Aparte de que se requiere una gran planta de flotación, el tratamiento de la cola puede constituir un problema según las condiciones locales. Debido al elevado potencial de oxígeno necesario para la producción directa de cobre, la escoria se encuentra sobresaturada en magnetita, y un aumento de la temperatura para aliviar este problema no es bueno para la vida del horno. También es un problema serio, el refino de un cobre crudo que contiene 2% de azufre y un elevado nivel de As, Bi y Sb.

Deben señalarse además los problemas que acompañan al uso de un horno tipo convertidor. El consumo de combustible es considerable y comparable con un horno reverbero, debido a una elevada pérdida térmica por radiación. La vida del reactor es algo corta, pues una campaña dura 70 días, después de la cual se requiere como promedio un periodo de reparación de 12 días. Esto da como resultado una baja disponibilidad, elevado costo de mano de obra y mantención, y además se requiere otro reactor "stand-by" para la operación normal de la planta de ácido. Debido al uso de toberas, se hace difícil la introducción de aire precalentado y el deterioro de refractarios en la región de toberas es inevitable. Como el aire libre que se introduce al horno como filtración llega a 75%, deben tratarse grandes cantidades de gas de salida en enormes calderas recuperadoras.

Sin duda que podemos esperar otras mejoras a este nuevo proceso, pero vale la pena señalar que muchas de las desventajas descritas anteriormente se superarian si se usa este reactor sólo para producir metal blanco en lugar de cobre metálico.

III.3. PROCESO MITSUBISHI

Este proceso consiste en tres hornos: uno para fusión, uno para limpieza de escoria y otro para conversión, conectados entre sí mediante canales, con lo que se logra la producción continua de cobre a partir del concentrado.

El primer rasgo prominente de este proceso es que se usan hornos separados, para la fusión con potencial de oxígeno relativamente bajo, y para la conversión con alto potencial de oxígeno, de manera que desde el punto de vista termodinámico el proceso parece ser razonable y no se vería tan obstaculizado por pérdida de cobre, por la magnetita y por las impurezas. El concentrado y el aire enriquecido en oxígeno, se introducen directamente en el seno del eje, usando una lanza de soplado superior, sin la formación de una gran cantidad de



AL SERVICIO DE LOS USUARIOS DEL CALOR

LADRILLOS Y ESPECIALIDADES

- Básicos
- Aluminosos
- Sílico Aluminosos
- Carburo de Silicio
- Arenas de Moldeo

ASESORIA TECNICA

- Diseño
- Montaje y
Mantención de
Refractarios

PANAMERICANA NORTE 3076
CASILLA 63 SANTIAGO
FONO 771305 STGO.
ASOCIADA A:
HARBISON WALKER REFRactories
DIVISION DE DRESSER INDUSTRIES INC

polvo y magnetita. Debido a este mecanismo dinámico de oxidación, se logra una rápida fusión del concentrado en un sistema compacto que incluye sistemas auxiliares, todo con un bajo costo de capital para su construcción. El contenido de cobre en la escoria descartada del horno de limpieza es bajo incluso para grados de eje de hasta 65% Cu. El carácter especial de la escoria del convertidor parece que se relaciona con la tranquila operación del proceso de conversión. Además el gas de salida está siempre en estado estacionario y con alto contenido de SO₂, por lo que puede adaptarse a controles ambientales severos.

Sin embargo, como desventaja, este proceso tiene poca flexibilidad, ya que debe mantenerse un control preciso de los tres hornos para obtener un flujo estacionario de líquidos y la cantidad de retornos y chatarra puede estar restringida. Para aliviar estos problemas puede requerirse un horno auxiliar debido a la veloz dinámica de oxidación, el desgaste de refractarios constituye un problema bastante serio. Aunque el refino del cobre crudo demora más que con el proceso convencional, la calidad del cobre obtenido parece ser mejor comparada con la de otros métodos de producción directa de cobre. Como el proceso ocurre en 3 hornos conectados a través del flujo de líquidos, y como no es aplicable el aire precalentado, se considera, pero debido a que el proceso de fusión es rápido, la energía total requerida es considerablemente inferior comparada con el proceso convencional.

En relación a este proceso, también se ha propuesto un proceso de fundición en sistema cerrado, en el cual podría en principio eliminarse el escape de gas de descarte.

III.4. TABLA COMPARATIVA DE LOS DIVERSOS PROCESOS DE FUNDICIÓN

En la Tabla 1 se han tabulado diversos datos para facilidad de comparación entre los diversos métodos, siguiendo el método propuesto por Kellogg (*).

Los datos para Outokumpur, INCO y Worcra han sido copiados del artículo de Kellogg. Entre los diversos ítems, de especial importancia son los datos de combustible total equivalente (10⁶ kcal/t conc) y la capacidad específica (t con/d/m³) que

aparecen tabuladas en la 4^a y 3^a línea desde abajo hacia arriba. Esto sugiere una superioridad del "flash" entre los procesos comerciales, y da expectativas a la fundición continua, tal como la Noranda y la Mitsubishi. Sin embargo para comparar el proceso práctico de fundición deben considerarse varios otros factores tales como flexibilidad y facilidad de operación, vida del horno, comportamiento de las impurezas, problemas de contaminación, costos de construcción, de mano de obra, de operación, de mantención, etc.

IV. CONCLUSIONES

Tal como ha sido discutido, todo proceso tiene sus ventajas y desventajas, y es algo difícil seleccionar sólo uno que sea el universal. Tanto el alto horno, el reverbero o el eléctrico pueden sobrevivir incluso en el futuro, dependiendo de las condiciones locales. Entre los hornos comerciales, el horno "flash" puede ser aceptado por el momento para uso universal desde el punto de vista de la velocidad de fusión, eficiencia térmica, protección ambiental, automatización, etc. Puede esperarse que este proceso conectado con un convertidor continuo sea el paso siguiente de avance.

Entre los procesos de fundición propuestos recientemente, el proceso Mitsubishi parece ser el más razonable a juzgar por la tecnología básica y la teoría. Aparte de ser procesos continuos, los hornos de fusión-conversión tienen rasgos interesantes, pero me temo que se requerirá algún tiempo para refinarlos de modo que queden como hornos industriales estables.

Si se considera al reactor Noranda como horno de fundición para obtener directamente el metal, aparecen muchas desventajas, pero sobrevivirá como horno para la producción de metal blanco. Combinando la teoría básica con las diversas experiencias prácticas puede concluirse que la producción directa de cobre en un solo aparato se verá afectada por diversos problemas. Sería mejor producir en una primera etapa un eje de 65% de Cu, y en un horno separado efectuar en seguida una conversión continua. Desde este punto de vista puede decirse que los 3 procesos con expectativas, el "flash" el Mitsubishi y el Noranda van llegando a un destino similar.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se debe a discusiones en el Comité para la Investigación de los Procesos Modernos de Fundición de Cobre auspiciado por el Instituto de Minas y Metalurgia del Japón. El autor desea expresar su sincero agradecimiento a todos los miembros de este Comité.

(*) H. H. Kellogg, "The future of Copper Pyrometallurgy", C. Díaz (editor), Inst. Ing. Min. de Chile (1974).

ITEM	PROCESO	Carga Vacia al Revestimiento	Hornillos Cátodos al Revestimiento	Ondulkumpe Flash	INCO Flash	Segmentski Flash	Hiji Flash- Eléctrico	Wanra Piletto	Mitsubishi Semi- Comercial	Con aire	Horario Comercial	
											Cm. min. 02	
Tipo de Proceso (C: cont.; B: batch)												
Capacidad (t con.)		1,050	950	500	1,100	1,440	1,200	85	130	727	1,450	
Tamaño del Convertidor (m)		3,0 x 8,0	3,9 x 9,0	3,6 x 6,6	3,9 x 10,5	4,2 x 9,9	3,96 x 9,15	—	—	—	—	
Vol. interno del Horno (m ³)		1,339	1,371	283	774	916	661	87	85	292	292	
Ley del Concentrado (% Cu)		25,2	27,1	21,4	30	28,2	21	23,7	25,7	24,9	24,9	
Ley del Eje (% Cu)		34,4	41,5	55	45	60	50	—	60	—	—	
Cobre Blister (% S)		—0,04	—0,04	—0,01	—0,01	0,015	0,05	0,6—0,9	0,4	2,0	2,0	
Escoria de Fundición (% Cu)		0,47	0,5	1,0	0,55	0,53	0,56	0,5	0,8—1,0	12,0	12,0	
Escoria final de Descarte (% Cu)		0,47	0,40	0,22	0,55	0,43	0,54	0,5	0,5	0,5	0,5	
Combustible usado (x 10 ⁶ kcal/t conc)		1,46	1,15	0,43	0,16	0,53	0,39	1,39	0,56	1,3	0,17	
Oxígeno Usado (N m ³ /t conc)		38	—	—	180	12,0	—	—	30	—	20	
Calor Eléctrico (kWh/t conc)		—	—	—	—	20,8	56	—	45	—	—	
Energía para molienda de escoria (kWh/t conc)		—	23,2	41,9	—	13,0	16,5	—	—	38,7	38,7	
Combustible equivalente total (10 ⁶ kcal/t conc)		1,46	1,15	0,51	0,37	0,64	0,56	1,39	0,69	1,43	0,54	
Capacidad específica (t conc/d/m ²)		0,78	0,69	1,73	1,42	1,57	1,82	0,99	1,51	2,46	4,95	
Gas de Fundición (% SO ₂)		2,2	1,5	10 — 14	90	10 — 11	9 — 11	8 — 17	12 — 16	4,5	13,2	
Gas de convertidor (% SO ₂)		7 — 12	7 — 12	4 — 5	4 — 5	2 — 12	6 — 9	—	—	—	—	

**TIENDA
LA FLORIDA LTDA.**

SUC. DE SIMON ADES Y CIA. LTDA.

BORIES 520 — CASILLA 408
PUNTA ARENAS

MUEBLERIA Y CARPINTERIA

LONDRES

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



FABRICACION: Wagon Drills Sistema Down the Hole Carros Decauville Cargadores de Anfo - Ventiladores - Acoplamientos - Abrazaderas Fundidos de Bronce Brocas y Bits en general.

REPRESENTACIONES: Stenuick - Minmetesa Furakawa - Equipos Down the Hole Moyne-Sondas de Diamantes Brocas Barrenas Perforadoras

SERVICIOS: Túneles Inyecciones Sondajes, Anclajes, etc.

LAS DALIAS N° 2950 (MACUL)

RÚNOA
Casilla 173 Teléfonos:
Gerencia: 212079
Ventas: 214642
Administ. y Finanzas: 211165
SANTIAGO



asesorias - estudios - proyectos

Ingenieria de Procesos

- AGROINDUSTRIALES
 - INDUSTRIA QUIMICA
 - BENEFICIO DE MINERALES
- ESTUDIOS TECNICOS
ARQUITECTURA INDUSTRIAL
OPTIMIZACION DE PROCESOS
EN PLANTAS

MARCHANT PEREIRA 417
FONO 251565 - CASILLA 3590
TELEX SGO. 378 - SANTIAGO CHILE



Constructoras Enrique Abello Ltda.
Construcciones Civiles Palme 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)

**COMPAÑIA MARITIMA
DE PUNTA ARENAS S. A.**

Agentes representantes de las
principales firmas navieras

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

FORJADORES DE UNA NUEVA CIENCIA: JOHN CHIPMAN



Professor John Chipman

Jaime Rauld F.
Ingeniero Civil Metalúrgico
Profesor del Departamento
de Metalurgia.



Aunque el arte de extraer los metales es tal vez la segunda profesión más antigua del mundo, no ha llegado a convertirse en una verdadera ciencia sino hasta el primer cuarto de este siglo. Muchas cosas debieron ocurrir antes de que esto fuera posible, en primer lugar fue necesario que genios como Gibbs y Le Chatelier, entre otros, elevaran los primitivos conceptos termodinámicos a la altura en que hoy en día los conocemos. En segundo lugar, fue fundamental el alto desarrollo tecnológico alcanzado por el hombre en las postrimerías del siglo XIX y los comienzos del presente, cuyos alcances llegaron a influenciar en gran medida la invención de los nuevos procesos extractivos, de los cuales el mejor ejemplo es la fabricación del acero, y la adopción de las técnicas experimentales indispensables para que el método científico les fuera aplicable.

En esta etapa, que comienza en la década del veinte, se inicia el desarrollo de una nueva Ciencia conocida como

Metalurgia de Procesos y que posteriormente pasaría a ser el fundamento de la Ingeniería Metalúrgica. Durante este período es de crucial importancia el aporte de un puñado de científicos dispersados por el mundo y cuya gran contribución consistió en crear las herramientas teóricas y sobre todo las técnicas experimentales de esta nueva rama de las ciencias humanas.

Es natural que siendo novedosos estos estudios, los primeros investigadores hayan procedido de campos vecinos; fue, desde luego, una gran suerte que químicos aficionados a la termodinámica, hayan puesto sus ojos y sus mentes en esta ciencia naciente. Este es el caso de numerosos científicos como Schuhmann, Chipman, Darßen y Richardson, por nombrar solamente a unos pocos, que no sólo contribuyeron a crear el saber, sino que, divulgándolo, formaron una nueva generación de científicos e ingenieros que, ya sea, ejecutando en la industria o investigando

en universidades e institutos, han sido capaces de crear materiales, no soñados en el pasado y que hoy vemos a diario aplicados en los reactores nucleares, en la técnica aero-espacial, en circuitos electrónicos y tantas otras ramas de la ingeniería moderna.

Sin duda que uno de los más grandes de estos personajes, reconocido no sólo por sus contribuciones en el campo de la investigación, sino también por su gran aporte a la formación de una nueva mentalidad en la enseñanza de la Metalurgia, ha sido John Chipman, cuya biografía abarca uno de los períodos más fértiles de la ciencia metalúrgica.

John Chipman nació en Tallahassee, Florida, el 25 de abril de 1897; sus primeros estudios los realizó en el área de la química, graduándose en 1920 como Bachelor en Ciencia. Posteriormente, fue profesor asistente de Química en las universidades de Iowa e Illinois, después de lo cual, obtuvo su doctorado en la Universidad de California en 1926, especializándose en Físico-Química, disciplina que ya no abandonaría más.

De 1926 a 1934 trabajó como ingeniero de investigación en la Escuela Tecnológica de Georgia y en la Universidad de Michigan. De estos tiempos datan sus primeros trabajos en el campo de la Metalurgia, en particular, en la Siderurgia, comenzando con la publicación, en 1933, de su artículo "Energía libre del agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono y metano; su significación metalúrgica" seguido en rápida secuencia por "Energía libre de los óxidos de fierro" y "Equilibrio en la oxidación de fierro lí-

quido por vapor y la energía libre del óxido ferroso en acero líquido".

Hay que hacer notar que de esta época datan los primeros intentos de realizar un tratamiento termodinámico a los procesos de la industria metalúrgica, siendo tal vez el primero de ellos, la clásica monografía de Maier: "La fusión del zinc desde un punto de vista termodinámico y químico" publicado por el Bureau of Mines en 1930 y quizás no esté muy lejos de la realidad que Chipman haya sido el primero en intentar hacer esto con la fabricación del acero.

En 1934, como para sellar su compromiso con la Metalurgia, ingresó a ARMCO Steel Corporation, como director asociado de investigación. Durante esta prolífica etapa, Chipman aportó enormes aplicaciones de la termodinámica a la obtención de los metales y en particular, en esta época se inicia por primera vez el estudio de las soluciones metalúrgicas, metales y escorias, desde un punto de vista estrictamente físico-químico, campo que posteriormente demostraría tener insospechada trascendencia. Al mismo tiempo, colaboró en el desarrollo de las técnicas experimentales que aún hoy son de uso diario en laboratorios e industrias; valga como ejemplo, su contribución a la conferencia sobre Siemens-Martin realizada por la AIME en 1936: "Métodos para medir la temperatura en los Siemens-Martin".

Por último, ingresó como profesor de Metalurgia al Instituto Tecnológico de Massachusetts, para iniciar su gran labor en la formación de las nuevas generaciones, creando el departamento de Metalurgia de ese Instituto y con-

tinuando su profunda influencia sobre la comprensión de los fenómenos metalúrgicos.

A este periodo pertenece su obra más voluminosa, una gran cantidad de trabajos sobre medidas termodinámicas de reacciones, inclusiones en aceros, reacciones metal-escoria, solidificación, refinación y muchos otros tópicos que se manifestaron en más de 150 publicaciones y contribuciones en simposios internacionales, cada cual más importante que la otra, demuestran el enorme aporte de Chipman a esta ciencia.

Durante la Segunda Guerra Mundial fue Director del Proyecto Metalúrgico que formó parte del ya famoso y trascendental Proyecto Manhattan. Se retiró del trabajo activo en 1962, siendo Director del Departamento de Metalurgia del MIT.

Por esta singular trayectoria, ha recibido innumerables reconocimientos públicos en el ámbito mundial, traducidos en una serie de medallas, premios y "Memorial Lectures", rematando con la ya clásica conferencia celebrada en su honor en Massachusetts el año 1962 sobre Físico-Química y Tecnología de la Fabricación del Acero. Esta fue la primera ocasión en que un científico de la Metalurgia recibió este honor y fue seguido posteriormente por las también famosas "Conferencias Richardson" en 1970 y las "Conferencias Darken" en 1976.

Con estas líneas se ha querido rendir un pequeño homenaje al cumplirse los 80 años del nacimiento de este incansable científico y honorable profesor, que es sin lugar a dudas uno de los Padres de la Metalurgia como ciencia y al cual nosotros tanto le debemos.

UN 6 DE JULIO

Juan Valencia V.
Jefe de Capacitación
ELECMETAL S.A.



Se aproximaba la fecha de Aniversario de la Escuela de Artes y Oficios; Hugo Díaz preguntó a su amigo Jaime si traería a Lidia al baile que era tradicional para esa fecha.

Jaime dudó un poco al contestar, finalmente le dijo:

—Mira, Hugo, no sé si lo haga; tú sabes que no sé bailar y si supiera parecería payaso.

—Pero si no tienes necesidad de bailar! Recuerda que primero hay un acto cultural en el teatro y después, los que desean, se quedan al baile.

—Es que hay otra cosa: he salido con Lidia solamente cuando la acompañé donde su tía. ¡Imaginate que le pida que acepte venir al baile conmigo, un cojo!

—¡Calma, viejo, calma! Me da rabia cómo usas esa palabra. La empleas como si fuera lo peor, como si te avergonzaras. ¡No puede ser! ¡Tú ves en el curso, nadie piensa en tu defecto físico! Si a ve-

ces decimos "el cojo Saavedra", no es como insulto. Hay otros como "el negro Araya" "el flaco Aguilera" o "el güatón Rodríguez" y nadie se da por ofendido.

—Si, pero ellos son normales, no son enfermos!

—Pero tú tampoco eres enfermo! Es cierto que el producto de tu cojera fue una enfermedad, pero eso ya pasó!, te quedó ese defecto y afortunadamente nada más. ¡Y los otros, que con la misma enfermedad ahora deben usar silla de ruedas o simplemente no pueden estudiar porque su cerebro fue afectado! Y te ruego que me perdonas, Jaime, pero te aprecio mucho y sé lo que vales.

Jaime había quedado silencioso y Díaz, temiendo haberlo ofendido demasiado, se retiró a la sala de estudios. Sentía mucha pena por lo que había dicho, pero ¡alguien tenía que decirlo! Consideraba mucho a su amigo y ese mismo aprecio le había soltado la lengua.

Estaba arreglando los libros en su cajón cuando sintió que un brazo se apoyaba en sus hombros, se dio vuelta y un Jaime sonriente le decía: —¡Vamos chico a la biblioteca, te invito!

—¡Listo, cojo, vamos! —Y partieron felices y más unidos.

El día siguiente era jueves y como Jaime mantenía ese día para ir a casa de Lidia, trató de estar lo más temprano posible. Las relaciones con ella seguían siendo normales y amistosas, nada había empañado el amor de Jaime que seguía manteniendo en secreto. Por su parte, ella siempre demostraba la misma simpatía hacia él.

Después de la conversación con Hugo Díaz, había reconsiderado su idea de no ir a la fiesta de aniversario. Según sus compañeros eran es-

(*) Extractado de "Superación" de Juan Valencia.

tupendas, pero él, debido a su defecto de la pierna derecha, jamás había sentido deseos de concurrir. El chico Díaz, con su explosión, le había metido una espina en su lógica.

En realidad, ¿por qué huir de la gente? ¿Por qué amargarse de algo que no tiene remedio? ¡Y sería lindo llevar a Lidia a la Escuela! El problema será si ella acepta y si los padres le dan permiso. Esto va a ser muy difícil, pero lo intentaría de todas maneras. En todo caso el riesgo será grande.

Ya en casa de Lidia, como siempre, repasaron sus tareas, una vez terminadas, Lidia practicó unas lecciones de piano; actividad que a Jaime le encantaba, pues mientras ella se preocupaba de sus partituras, él la observaba y su alma enamorada emprendía hermosos viajes.

Ese día se sentía nervioso, buscaba el momento preciso para pedirle a Lidia que lo acompañara a las festividades, pero no lo encontraba y el tiempo iba pasando. Lidia lo notó y al término de su práctica se dirigió a él con su característica suavidad:

—Dime, Jaime, ¿te pasa algo? Estás intranquilo.

Jaime, sorprendido, se corrió un poco, después comenzó a hablarle del aniversario de su Escuela, del acto cultural que se llevaba a efecto en el teatro para finalizar en un baile en los patios.

—Me encantaría llevarte a esa fiesta, Lidia, pero tú sabes que yo no ballo y quizás te aburrirías conmigo.

Lidia, que lo escuchaba sonriente, cariñosamente le contestó:

—¡A mí también me encantaría, Jaime! Pero no depende de mí, tendría que hablar con mis padres. ¡Espéra-

me un momento, mi papá ya llegó.

Jaime quedó tan contento y nervioso que no pudo continuar sentado; se levantó y comenzó a caminar por la habitación, finalmente se detuvo frente a la ventana, mirando las luces mientras pensaba:

—Aceptó acompañarme! La dicha le expandía el corazón. Ahora, si no le dan permiso, no importa. ¡Me basta saber que ella iría conmigo!

Pero el retumbar de una voz autoritaria lo anonadó.

—¡Caramba, Jaime, qué mal amigo es usted! —Era don Raúl, el papá de Lidia avanzaba amenazante. —Usted ha olvidado una cosa muy importante al invitar a mi hija a esa fiesta.

Jaime comenzó a ponerse pálido, pero una Lidia divertida lo serenó algo. Don Raúl proseguía:

—Recuerde, Jaime, que yo también estudié en la Escuela de Artes y Oficios, desde entonces he ido muy poco, pero jamás he vuelto a revisar ese seis de julio. Usted debió haberme invitado a mí. ¿Oyó? ¡A mí! —Y una carcajada rubricó la última frase.

Feliz Jaime trataba de dar explicaciones y se enredaba más, pero la señora Ana lo calmó mientras le llamaba la atención a su esposo por la brusquedad. Finalmente quedaron de acuerdo y fijaron la hora de salida para ese memorable día. ¡Irian todos!

Cuando regresaba a casa se sentía feliz y agradecido de Hugo Díaz que con sus palabras francas lo había decidido a invitar a Lidia. El orgullo por su Escuela no le cabía en el corazón y una sensación de igualdad disminuía su defecto. ¡Tenía razón el chico! Era falta de hombria sentirse amargado cuando otros estaban peores que él.

El, que tenía la gran posibilidad de estudiar y transformarse en un profesional capaz, para felicidad de su madre y seguramente de Lidia.

Al otro día, a primera hora, le contó a su amigo el resultado de su decisión.

—No sabes cuánto agradecí tu sinceridad —terminó diciéndole.

Hugo Díaz, emocionado y feliz lo abrazó felicitándolo por el éxito.

—Pero una cosa, Saavedra, me tendrás que presentar! Creo que ella y yo tenemos mucho en común.

—Yo pienso lo mismo, además te conoce muy bien, siempre le hablo de ti. Otra cosa, chico, por favor no se te vaya a salir lo de mi amor hacia ella. Tú sabes que lo mantengo en secreto. A ella jamás le he dicho nada.

—¿Y por qué, Jaime?

—Soy feliz amándola así. Si me declaro pueden pasar dos cosas: o me rechaza o acepta por no herirmé, y yo no quiero compasión.

—Jaime, respeto tu idea, pero te recuerdo una cosa: debes tratar siempre de no confundir el afecto o el amor con la compasión. Y esto depende exclusivamente de ti.

Como todos los años, la semana correspondiente a las festividades comienza nublada y los alumnos sufren por la posibilidad de que ese memorable día llueva y eche a perder todo lo preparado. Pero, generalmente, los chaparrones son un poco antes y los muchachos pierden el habla, o son después, para felicidad de todos.

Los eléctricos comienzan a tender guirnaldas multicolores desde los primeros días de esa semana, para iluminar los patios de oficios y técnicos, donde cada especialidad presenta un stand alusivo a

su profesión. Los patios se aprovechan para el baile. ¡Si el tiempo lo permite!

También se ilumina el comedor y ahí las especialidades instalan kioscos para vender bebidas, sandwiches y pasteles. Por precaución se ubican en los extremos para destinar todo el resto al baile, si llueve. La orquesta, casi siempre formada por alumnos, también se instala en el comedor con la debida conexión de parlantes hacia los patios.

A medida que la fecha se acercaba, Jaime comenzó a preocuparse. Díaz que lo conocía bien, lo notó de inmediato y faltando tres días para la fiesta le preguntó a su amigo el motivo de su preocupación.

Jaime fue sincero. —Mira chico, me preocupa una cosa muy importante, la invitación a Lidia, ¡perfecto! Pero, ¿qué voy a hacer después del acto en el teatro? Con toda seguridad estaremos un rato mirando a la gente que baila, pero creo que tengo la obligación de invitarlos a servirse algo. ¿No te parece?

—¡Me parece...

—¿Y con qué, si no tengo plata? Tú sabes perfectamente que mi madre trabaja y yo no puedo estar pidiéndole, siento vergüenza hacerlo y si lo hago, sé que va a ser un sacrificio para ella.

—¡Puchas viejo, tienes razón!

Y ambos quedaron pensativos y amargados. Al rato dijo Díaz:

—Si tuviéramos algo que vender, sería la solución.

—¡Qué grande eres chico! ¡Puedo vender algunos libros! Te acuerdas que con la plata que gané en las vacaciones, compré varios. Bueno, ahora puedo vender los que no necesito.

—Me parece buena idea.

yo también tengo algunos y los venderé.

—¿Pero por qué tú? ¿Traerás alguna chica? ¡Nada me habías contado chico malo!

—¡Más malo eres tú! ¡Mi idea es juntar la plata y así te defenderás!

—¿Pero si el problema es mío, no tuyo?

—¡Bueno, somos amigos o conocidos, cojo de porquería!

—¡Gracias mi viejo, eres chico de porte y no sé como te cabe ese corazón!

Y afortunadamente no llovío. Unos goterones en la mañana, nubes amenazadoras durante el día para terminar con un hermoso rosado de atardecer, permitió a todos los muchachos respirar tranquilos y cada uno prepararse a buscar a su invitada.

Jaime se sentía muy nervioso. Con la familia de Lidia había acordado salir a las cinco y media de la tarde, pero después supo que el acto programado para las seis y media, se había adelantado en media hora. ¿Lograran llegar a tiempo? Y otro problema, ¿encontrarían asientos?

Cuando llegó a casa de Lidia ya estaban todos listos y para felicidad de Jaime tomaron un taxi, pero de todos modos ya faltaban diez minutos para las seis cuando entraron por la calle Ecuador. ¡Era increíble la gente que iba hacia la Escuela! Jaime no podía creer lo que veía. ¡Cómo estará el teatro, seguramente lleno!

¡Estaba lleno! Su alma se fue a los pies cuando llegaron. Empinándose un poco miró por sobre la gente que estaba detenida a la entrada y pudo comprobar con pena que la sala ya no daba cabida a un alfiler.

—¡Parece que hemos llegado tarde! —le dijo don Raúl—. ¡Qué lástima!

Jaime comenzó a sentir un sudor frío, miró a Lidia buscando consuelo cuando sintió que alguien le tomaba un brazo, se dio vuelta y se encontró con Hugo Díaz que sonriente lo tiraba a un lado mientras le decía: —¡Diles a tus invitados que me sigan!

Jaime sin comprender hizo señas a los padres de Lidia y a duras penas pudieron atravesar la barrera humana que se apretaba en la entrada. Lo seguía dócilmente, Díaz los guiaba por un lado de la platea y al llegar más o menos a la mitad se detuvo, esperó que llegara Jaime con sus invitados e hizo una señal.

Inmediatamente, cuatro compañeros del curso de Jaime se levantaron y les ofrecieron los asientos.

—Les guardamos los asientos para asegurarnos que quedarán bien ubicados. —Les dijo Díaz, con los ojos brillantes de satisfacción—. ¡Pueden pasar!

No sólo Jaime fue el único sorprendido, también don Raúl, la señora Ana y Lidia. Todos agradecían la gentileza a los cinco muchachos que muy satisfechos se retiraban.

—¡Gracias Hugo, después nos veremos! —Le gritó Jaime y pasó a sentarse, de inmediato el papá de Lidia se dirigió a él diciéndole:

—¡Te felicito Jaime, eres muy precavido!

—¡No don Raúl, le juro que no sabía nada! Fue iniciativa de Díaz, mi mejor amigo.

—Si es así, tienes muy buenos amigos y te aprecian mucho. ¡Te duplico las felicitaciones!

Se inició el acto casi de inmediato y aprovechando un momento de aplausos, Jaime preguntó a Lidia si le gustaba el teatro.

—Me encanta Jaime, pero lo que más me ha impresio-

nado han sido tus compañeros. Tiene razón mi papá, tienes muy buenos amigos y sé exactamente por qué. Yo te conozco bien.

El acto continuaba, entre los números que eran muy buenos, los discursos del "Director del Establecimiento" del Presidente del Centro de Alumnos y el de un exalumno ya peinando canas.

Lidia estaba radiante, don Raúl muy locuaz y su esposa feliz. Jaime trataba de contestar todas las preguntas en la mejor forma posible, pero con el bullicio y los aplausos muchas palabras se perdían.

Al término del acto cultural, a la salida, vieron a toda la gente que no pudo entrar, bailando en los patios. Se entretuvieron un rato recorriendolos mientras don Raúl hacía recuerdos de su época de estudiante con su esposa. Lidia, ante el asombro de Jaime, lo tomó del brazo y con suavidad le dijo:

—Perdona, Jaime, aquí soy tu invitada y debes aceptarme lo que yo haga.

Después pasaron al comedor y don Raúl invitó a servirse algo, aprovechando un momento que quedaron separados le hizo presente a Jaime que todos los gastos de esa noche estarían a su cargo y que no se preocupara. Cuando estaban sirviéndose un refresco, Jaime vio al chico Díaz y sin poder contenerse pidió permiso y corrió hacia él.

—¡Chico, no sabes lo agradecido que estoy! —Le dijo mientras le daba un efusivo abrazo—. ¡Puchas que buena idea tuviste, me sentía cadáver cuando vi el teatro lleno!

Díaz le contestaba que estaba seguro que Jaime lo habría hecho igual cuando los interrumpió con Raúl para invitarlo a servirse algo con

ellos. Díaz quiso negarse, pero don Raúl tomándolo de un brazo lo llevó aparte, le dijo algo y éste salió disparado.

Jaime extrañado no sabía que pensar y el papá de Lidia al verlo así, sonriéndole le dijo que no temiera, Díaz volvería luego.

Y volvió pronto, pero con los cuatro compañeros de curso que habían reservado los asientos a los invitados de Jaime. Este al verlos le resplandeció el rostro.

Don Raúl los invitó a sentarse alrededor de una de las pocas mesas que había y al resistirse a pedir algo, él hizo el pedido para todos. Los muchachos se sentían incómodos y mientras Jaime hacía las presentaciones, se ponían serios o reían nerviosos. Luego el papá de Lidia les habló visiblemente emocionado:

—Le he solicitado a nuestro amigo Díaz que los invitará, pues deseaba agradecerles personalmente la atención que han tenido para nosotros. ¡No, no me digan nada! Recién decía a Jaime que esta noche he sido muy feliz. Debo aclararles que yo también tuve la dicha de ser alumno de esta querida Escuela. En esta felicidad que mencionaba, ustedes han contribuido especialmente. Ese gesto lleno de afecto hacia su amigo Jaime, me ha recordado esa amistad pura y desinteresada que en la juventud florece en nuestros corazones. A esa edad no nos damos cuenta del tesoro que poseemos y desgraciadamente después, en la vida profesional, con su intensidad y preocupaciones, nos vamos olvidando poco a poco de él y muy raras veces hacemos entrega de la amistad con el desinterés característico de un alma pura, de un alma joven.

Todos escuchaban silenciosamente, daba la impresión que estaban solos en el comedor, nadie escuchaba la alegría del baile; unas lágrimas humedecían los ojos de la señora Ana y Lidia miraba a su padre con una nueva mirada de amor.

—El ideal —continuaba don Raúl— sería que nosotros los exalumnos volviéramos con más frecuencia a esta Madre Escuela, para poder apreciar esas muestras de amistad, tan hermosas como la que ustedes me han brindado. ¡Muchas gracias, amigos míos!

Los muchachos estaban realmente impresionados y felices ante el agradecimiento por parte de don Raúl, de algo que ellos consideraban normal hacia su amigo. Pero las palabras los hacían meditar y analizar la importancia que tiene para todo ser humano, el reconocimiento de sus buenas acciones. Posteriormente agradecieron la atención de don Raúl y se marcharon juntos con Díaz. Lidia en un momento se dirigió a Jaime haciéndole ver su propia impresión:

—¿Sabes Jaime? Esta noche he tenido la grata oportunidad de conocer otra faceta de mi querido padre y he sido muy feliz. Todo esto te lo debemos a ti y a tus amigos. Me siento orgullosa de ti y también de que nos hayas invitado. ¡Te fijaste cuando mi papá hablaba a tus amigos, la ternura que se reflejaba en los ojos de mamá! ¡Ha sido maravilloso! Gracias una vez más. —Y su mano oprimió el brazo de él mientras lo miraba con ojos brillantes.

Jaime con voz turbada, solamente pudo decir:

—Yo soy el que debe agradecer a ti, a tus padres y a mis amigos. Este aniversario de mi Escuela jamás se borrará de mi corazón.

BRAULIO FLORES T.
Jefe Área Procesamiento de
Minerales, Departamento de
Metalurgia



LA BOLSA DE METALES DE LONDRES Y SU INCIDENCIA EN EL PRECIO DEL COBRE

La minería genera en Chile alrededor del 85 por ciento del producto geográfico bruto, representando el cobre más del 70 por ciento de ese total, mientras que el hierro y el salitre aportan un 4.7 y 5.8 por ciento, respectivamente. Del total de las exportaciones chilenas en 1975, ascendentes a 1.497 millones de dólares, el metal rojo aportó 834.5 millones de dólares, mientras que el año pasado el total exportado por la minería fue de 1.931 millones de dólares, correspondiendo al cobre un aporte de mil 190 millones de dólares. Este se transa en la Bolsa de Metales de Londres (BML), donde se fijan diariamente las fluctuaciones que tienen vital importancia para el país.

El organismo encargado de vender el metal rojo en el extranjero es la estatal Corporación del Cobre (CODELCO-CHILE), cuyos agentes realizan campañas de venta entre octubre y noviembre de cada año. Generalmente, los contratos son anuales sin fijación de precios.

Hay dos formas para llegar a acuerdo: se puede estipular que corresponderá al mes pro-

medio de la entrega, o bien, el cliente puede fijar el precio oficial de la BML de un día cualquiera avisando al productor antes de conocerse el valor del día siguiente. En esta segunda forma, quien compra no puede comprometer en un día más del 25 por ciento del cobre contratado, ni más del 50 por ciento en una semana.

Europa adquiere el 60 por ciento de la producción cuprífera chilena; en 1975, República Federal Alemana compró 170.000 toneladas métricas de metal rojo; Gran Bretaña, 105.000; Italia, 58.000; otros países como España, Francia, Suecia, Grecia y las naciones socialistas de Rumanía, Hungría, Bulgaria y República Democrática Alemana, adquirieron en conjunto cantidades importantes.

CODELCO-CHILE es la compañía de producción y venta de cobre más grande del mundo. En Londres posee dos subsidiarias: Chile Cooper Limited, encargada de las ventas en Gran Bretaña, Escandinavia y Grecia, y Chile Mining Supplies Limited, central de compras y

abastecimientos en el mercado europeo para la gran minería.

Aunque en la BML se transan otros cuatro metales, para Chile es fundamental la suerte que corre allí el cobre, principal materia prima exportable del país. Generalmente, los precios de los metales sufren fluctuaciones bruscas; en el caso del cobre, considerando los promedios anuales desde 1955, se constata que en 1958 se produjo el promedio anual más bajo que alcanzó a sólo 24.7 centavos de dólar por libra de metal, mientras que el mejor promedio se registró en 1974, con 93.7 centavos. El metal rojo alcanzó en la BML su cotización record de 1.5 centavos de dólar por libra a comienzos de ese año.

Comparando los promedios de 1974 (93.7 centavos) con 1975 (55.94), se comprueba la irregularidad de las tendencias de un año a otro. Las fluctuaciones son tan imprevisibles que ni siquiera los expertos están capacitados para vaticinar un precio a futuro. En 1975, durante la comida anual que celebran los accionistas de la BML, se repartieron entre los asistentes unos papeles solicitándoles un pronóstico del precio que tendría el cobre un año después. La fecha correspondió al 10 de octubre de 1976; los pronósticos variaron entre 30 y 80 centavos de dólar por libra y nadie acertó.

Las fluctuaciones se originan por diversas circunstancias y constituyen motivo de baja en las cotizaciones: a) depresión económica en los países industriales como la ocurrida en 1974-75 a causa del alza del petróleo determinada por los países integrantes de la OPEP, que originó una impresionante sangría de divisas desde las naciones industrializadas; b) aumento excesivo en la producción mundial superior a la demanda. En 1974, cuando el Comité Intergubernamental de Paises Exportadores de Cobre (CIPEC), integrado entonces por Chile, Perú, Zambia y Zaire, comprobó un exceso de producción y carencia de demanda en los mercados internacionales, determinó una disminución de sus exportaciones y una restricción productiva de 15 por ciento que se mantuvo hasta junio de 1976; c) existencia de excesivos stocks en las bolsas metaleras o en los países productores.

Se producen fluctuaciones alcistas cuando: a) Hay una reactivación económica en los países industrializados o auge económico de éstos, incentivando las producciones automotriz, electrónica y de la construcción, sectores tradicionalmente grandes consumidores de metal rojo; b) dificultades internas en algunos de los

grandes centros productores, por ejemplo, fallas en la estructura productiva de algún mineral importante, o problemas internos como ha ocurrido recientemente en Zaire, el segundo productor del CIPEC con 500 mil toneladas de producción anual, aproximadamente; c) caída de los stocks en las bolsas metaleras o países productores; d) huelgas de mineros en los grandes centros productores. Cada tres años, los trabajadores cupreros norteamericanos negocian nuevos contratos y, tradicionalmente, las huelgas producen escasez del metal. En todo caso, aún antes que se concrete una huelga, los consumidores aumentan su demanda como medida precautoria.

La tendencia del precio de los metales en la BML está influenciada también por las fluctuaciones que se registran en la Bolsa de Metales de Wall Street, en Estados Unidos, y viceversa.

El CIPEC se rige por los precios de la BML, y Chile, en particular, optó por suscribirse a esas cotizaciones a partir de 1966. Sin embargo, la estatal Empresa Nacional de Minería (ENAMI), vende su producción cuprífera a precios de Wall Street.

Conocer por dentro la estructura y el funcionamiento de la Bolsa de Metales de Londres, es descubrir un mundo impresionante en la esfera de los negocios internacionales. Cuando en las minas de cobre chilenas comienzan las faenas matinales, en plena City de Londres, durante el mediodía europeo, se inicia el trabajo habitual de la BML. Sólo cinco minutos dedica la Bolsa en la denominada "rueda de los metales" a cada metal, cinco en total: cobre, plomo, zinc, plata y estaño, cuyas fluctuaciones determinarán la prosperidad o el desajuste económico de países productores y sus millones de habitantes.

Cuando el legendario Big Ben de Londres marca las 12.00 horas (7.30 hora de Chile), un grupo de corredores bursátiles inicia una febril actividad mezclada de gritos, gesticulaciones, señales extrañas para los neófitos, en la "rueda del cobre", la primera de la serie. Finalmente, triunfa quien consigue el mejor precio.

El edificio de la BML está ubicado sobre las ruinas de un mercado romano y allí se realizan las importantes operaciones desde 1882. La antigua construcción de Whittington Avenue tiene, por tanto, un significado muy especial para Chile, pues en ella se definen las posibilidades financieras del país.

El sistema de trabajo es simple: se realizan cuatro ruedas al día, dos en la mañana y dos

(Véase de pág. 38. La bolsa de metales...) en la tarde. Los corredores actúan en la Bolsa a través de sus representantes, quienes se sientan en forma circular. Se los denomina dealer. Detrás de ellos hay cuatro personas que forman una cadena hasta un teléfono en comunicación directa con sus oficinas centrales. Los dealers representan a compradores y vendedores y en el caso del cobre, transan lotes de 25 toneladas métricas o múltiplos de 25.

Al promediar los cinco minutos de la "rue-
da del cobre", el criterio es ensordecedor: los
secretarios gesticulan y los mensajes van y
vienen. Un timbre estridente pone fin a las
operaciones y entonces un árbitro determina
cuál fue la última operación efectuada y el
precio de ella será el oficial del día. De ese
instante dependen muchos millones de dóla-
res. Minutos después, las agencias informati-
vas transmitirán a los países productores la
buena o mala nueva.

Para Chile, cada centavo de dólar de alza
en el promedio anual significa percibir 15 a 18
millones de dólares, mientras que si la fluc-
tuación es a la baja, por cada centavo pierde
similar cantidad.

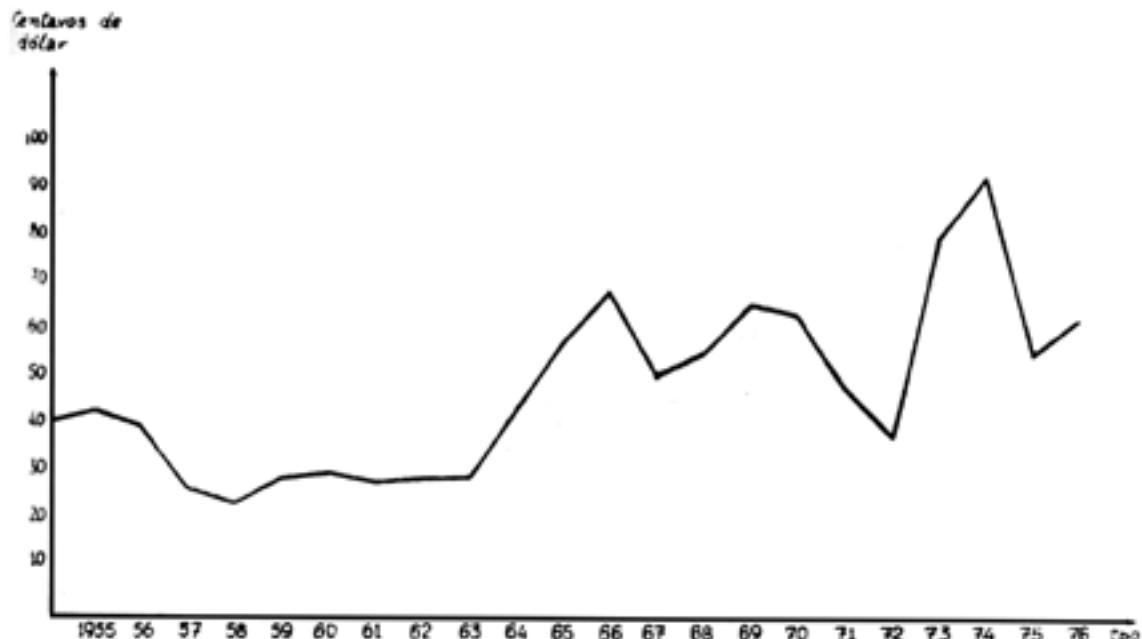
De los siete millones 400 mil toneladas mé-
tricas de cobre que se produjeron en el mundo
en 1975, sólo el diez por ciento se transó en

la BML, y Chile no comercializó su cobre a
través de ella. Empero, las cotizaciones fija-
das allí son determinantes para las opera-
ciones en los mercados extranjeros.

El metal rojo se transa a dos precios: con-
tado o cash, y a tres meses. Este plazo último
es tradicional y se debe al tiempo que anti-
guamente utilizaban los barcos en transportar
el cobre chileno hacia Europa. Según las coti-
zaciones que se hagan, se habla de una situa-
ción de contango, cuando el precio a tres me-
ses es superior al cash —lo que actualmente
sucede—; o de backwardation cuando se pro-
duce el fenómeno contrario.

Por supuesto que la mercadería transada no
se encuentra a la vista sino que en grandes
almacénamientos ubicados en las principales
ciudades de Europa, donde se recibe el metal
de acuerdo a ciertas características de calidad.
Una vez en bodegas, se emiten certificados
—warrants—, que es lo que se comercializa
en la BML. El comprador escogerá, según su
ubicación geográfica, presentar los warrants
en la bodega de Rotterdam, Holanda; Hambur-
go, Alemania Federal; Liverpool, Gran Bretaña,
o Amberes, Bélgica, o cualquiera de las
diez con que cuentan las instituciones meta-
leras.

PRECIO DEL COBRE
PROMEDIO ANUAL 1955 - 1976





Bernd Schulz Eglin
Ingeniero Civil Metalurgista.
Dr. (Ph.D.) en Metalurgia y
Ciencia de Materiales.
Prof. Jornada Completa
Departamento de Metalurgia

PRESENCIA DE UN TROZO DE HISTORIA DE LA METALURGIA EN NUESTRA UNIVERSIDAD

"LABOR LAETITIA NOSTRA" dice el emblema de nuestra Escuela de Artes y Oficios (perdonen, ya es ex E.A.O.), y junto con leer eso diariamente al entrar al comedor se puede leer también 1849, año de la fundación de la Madre Escuela.

Cuántas veces hemos leido, recordado y festejado esta fecha. Pero no fue hasta hace muy poco, en un Curso de Aceros, cuando nos remontamos al siglo pasado en que me fijé que 1849 es una fecha anterior a un evento importante en la Era Industrial. En 1856, se conoció un proceso revolucionario para la época en la Siderurgia, pues Sir Henry Bessemer, abogado inglés, patentó el proceso que lleva su nombre y que permitió por primera vez preparar acero en cantidades industriales, el primero que estuvo totalmente líquido antes de ser sacado del horno y en que la escoria se logró separar del baño metálico.

Si caminamos por la Escuela, pasando del patio de "técnicos" al de los "cabros de Oficios", mirando al cielo rasgo vemos unas respetables vigas doble-T que se cruzan sujetas por grandes pernos. Dicen por ahí, que el edificio de la Escuela cobijó originalmente un Regimiento de Caballería y nos mostraba una piletilla en los patios laterales que se suponía eran los bebederos de los caballos. No cabe duda entonces, que estas vigas son de la época pre-Bessemer y sus átomos de fierro nunca conocieron el estado líquido como acero, salvo en compañía de las "impurezas" en el arrabio. Estamos frente a unas vigas de hierro pudeado, fabricadas en la lejana Europa de aquellos tiempos, quizás Francia de 1820.

Ahora, sólo faltaba sacar una pequeña muestra metalográfica para confirmar nuestras sospechas. Tuvo el honor de esta tarea el estudiante Gonzalo Coloma. La microfotografía dice el resto.

Ya que estamos en esto, recordemos lo que fue este proceso del hierro puledado, llevado a escala industrial por Henry Cort en 1784 en un primitivo horno de reverbero con 500 libras por hornada, que demoraba dos y media horas. El croquis ilustra el proceso tal como se enseñaba esto en el curso de Tecnología Mecánica en 1928 en nuestra ex E.A.O. La carga consistía en arrabio que se fundía en el horno y luego el "pobre hornero" empezaba a revolver el baño con una vara para apurar la oxidación, primero del silicio, manganeso y fósforo. Luego, agregando cascarilla de óxido de fierro, se oxidaba el carbono, con lo que se producía el hervido del baño al desprenderse el monóxido de carbono. El baño se tornaba cada vez más pastoso, a medida que aumentaba el punto de fusión del material. El hornero dividía esta pasta en tres y cada pedazo, llamado "lupa", se retiraba con unas tenazas y se sometía a golpes que permitían expulsar buena parte de la escoria atrapada. Se obtenía así una barra laminada de contextura fibrosa de capas alternadas de fierro casi puro y escoria de silicato de fierro, tal como lo indica la micrografía. Estas capas se extendían a lo largo de la dirección de laminado.

Composición química de la parte metálica:

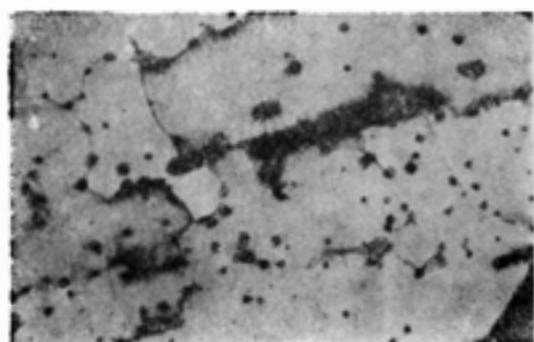
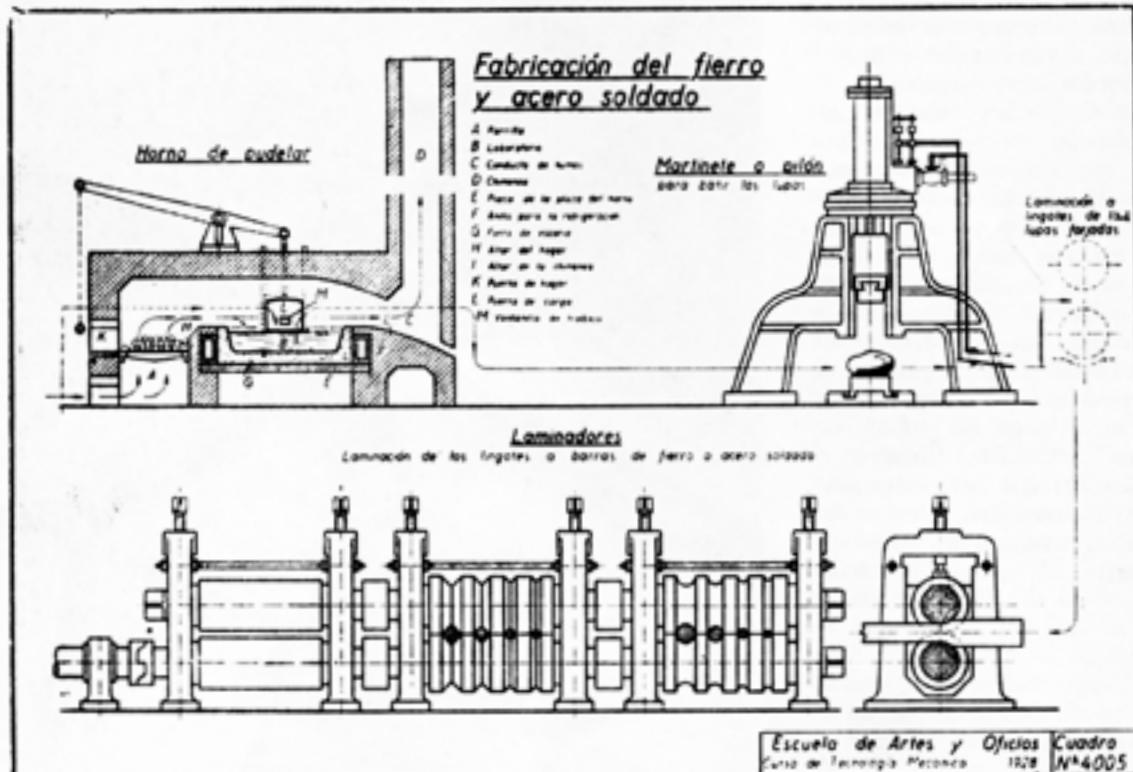
0.035% C, 0.075 — 0.15% Si, 0.015% S, 0.10 — 0.25% P, 0.06 — 0.1% Mn.

Las propiedades mecánicas en la dirección de laminación son las siguientes:



Resistencia a la Tracción:	48000 psi = 33 [Kg/mm ²]
Resistencia de Fluencia:	30000 psi = 20 [Kg/mm ²]
Alargamiento en 8":	25%
Reducción de Área:	45%

Estas cifras son bastante razonables. En ese tiempo se fabricaban tubos soldados por forja, aprovechando la excelente soldabilidad del mate-



Microfotografías de una viga doble T que forma parte de la estructura del edificio de la Escuela de Artes y Oficios. En ella se puede observar la microestructura de zonas alternadas de metal y escorias, típicas del hierro pudejado.

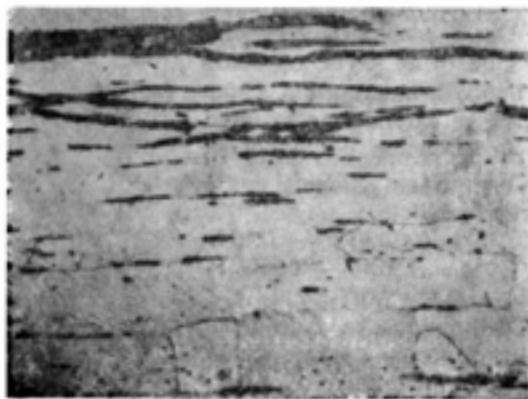
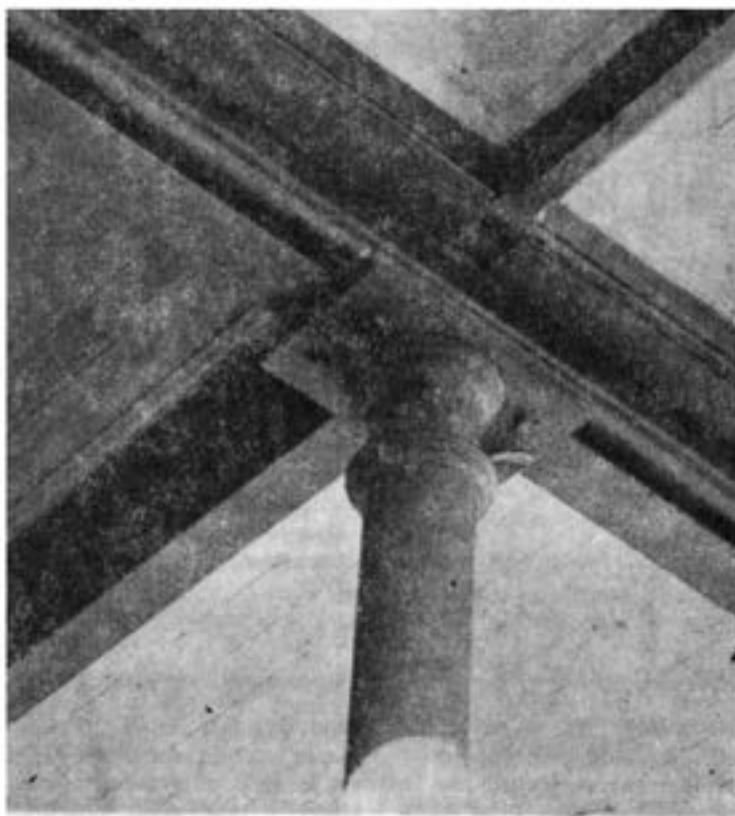


Foto superior muestra una sección longitudinal y la foto inferior una transversal (500 x).

rial, perfiles y también planchas que obviamente no tenían muy buena ductibilidad transversal (alargamiento: 2 por ciento). Se mejoraban las propiedades de estas planchas, armándolas a partir de barras superpuestas longitudinales y transversales, que se soldaban con facilidad.

El mayor problema de este producto, el hierro puledado, es que no se puede garantizar ninguna propiedad mecánica. Pero ello no asustó a los ingenieros de aquella época, pues ya se construían puentes, edificios, líneas de ferrocarriles, etc.; y basta ver la fecha (1850) en la primera locomotora chilena, actualmente en el patio de la Sede Coquimbo de nuestra Universidad, fabricada por Norris Brothers en Philadelphia, para saber que también es de hierro puledado.



Detalle vigas doble — T. parte de la estructura del edificio de la Escuela de Artes y Oficios.

RATIER Y CIA. LTDA.

AGENTES GENERALES

AIR FRANCE - CANADIAN PACIFIC

MAIPU 402

FONOS: 25031-25883 - CASILLA 935

CONCEPCION

Taller Eléctrico Industrial

ANTONIO CARRERA A.

MOTORES Y DINAMOS

VICENTE ACUÑA 544 - FONO 21138

CONCEPCION

EL ARTICULO

(Sólo para quien se llame José)

Rodolfo Reyes Gude
Ingeniero Civil Metalurgista
Profesor Jornada Completa
Departamento de Metalurgia
Jefe Área Metalurgia
Extractiva.



Para José es un día como cualquiera, de café con leche por la mañana, lectura de titulares en el kiosko del Puente Loreto; un día feliz y sencillo. Incluso a su paso por el Parque Forestal —paseo matinal obligado— silba y ensaya "chanfles" con las piedras que encuentra en su camino. En fin, un martes maravilloso se le ofrece en plenitud.

Saluda feliz al ascensorista; Peñita le devuelve la acostumbrada nube de alcohol que José conoce. Bien hediondo amaneció este desgraciado. Podría echarse Dolly Pen en los dientes o ponerle ventanitas al ascensor; se sentó en el piano. Eso voy a hacer, corró la voz que se toma el víno revuelto con caca; pero no saco nada, igual va a seguir tomando.

Sentado frente a su Olivetti no ha sentido la mañana de linda que ha estado; cuarenta y dos memos, una circular interna, las piernas de la Marujita que se pasó pa-

venir güenona hoy día, Rubén y una cartilla de Polla Gol: me la saco esta semana, qué Mago ni qué ocho cuartos: el Conce no le gana al Chago, ahora menos que el Zorro hizo debutar al Chocolo, que está guatón pero chutea lindo todavía; hasta ahí tengo tres locales y la doble al Lota que vuelve a empatar.

El rutinario y turístico plato de tallarines pegados y "mazamorrientos" es olvidado en la mesa; se discute la posibilidad de editar una revista o folleto o por último tener un fichero, para que en las demás oficinas del Ministerio sepan qué hacemos, dijo el Rubén. De acuerdo —pensó José, con los ojos llenos de lágrimas y una opresión en el pecho, producto de lo seco que están los tallarines—. Claro, no se trata de algo grande, dijo Molina, pero, algo que sea; por ejemplo, puede traer un crucigrama y una sección donde le tomemos el pelo a la gallá de la Oficina de Partes y

también poner que Villalobos ya se muere por la rucia del cuarto piso.

La discusión matizada con huesillos de postre condujo a la necesidad imperiosa y urgente —según opina la Maruja, tan rica ella, que está de comérsela y uno casado— de darse a conocer pa' que nos comuniquemos, pus' guatón pesado, pa' qué va a ser, guatón fresco.

Rápidamente se nombró Director de la Revista al Pelao Otero, ya que vos le pegái al cocido pus' Pelao, no vis que yo hasta pa' redactar un memo me duele la cabeza, y la Maruja que déjate Guatón, no seas cargante y almuerza tranquilo, y así con Otero de Director no piensan en mí y el Molina me quería nombrar a mí, na' que ver yo ahí.

Otero organizó la primera edición con un entusiasmo parecido al que usa para ir al Mercado a comprar mariscos los sábados. En un dos por tres, habló con el Jefe de Sección y consiguió bajo

cuerda una caja con Stencils y la Maruja le puede ayudar, pues Otero, si jefe.

José recibió la misión de escribir un artículo sobre cualquier tema interesante, porque total el Pepe puede encargarse, ya que estudió en el Instituto y tiene cara de avispa y yo me encargo del Editorial, pa' eso soy el Dire.

Todo cambió en la vida de José. En este punto podríamos referirnos un poco a la personalidad de José —Pepe para mis amigos— Orellana Vargas. Muchacho soñador, se casó enamorado de la Rosa; lloró cuando caminó Pepe chico; quiso desde cabro ser futbolista profesional y jugar en la Católica; no entiende absolutamente nada del problema económico: para él divisa puede ser Distribuidora de Vidrios Planos S.A. o algo así es mi marido, pues comadre, pero es cariñoso con una y eso es lo que vale después de todo, porque hay otras que los hombres les pegan, es un buen hombre; después de todo no puede ser tan difícil escribir un cuento, eso voy a escribir, una historia de amor entre un hombre y una mujer, lógico, pus tonto, no vai a hablar de otra clase de amor, no vaya a ser cosa que tus compañeros de la oficina piensen mal de mí, pensó Pepe de la O, así le puso el Rubén. La niña se enamora del gallo y listo el pescado, como el gallo no la infla, la niña sufre mucho y el desenlace podría ser camas separadas y tan-tán, igual que el tango. Si sale más o menos bueno, me dedico a escribir y así han empezado casi todos, Baldomero Lillo, Lafourcade y Tolstoi (a ése no lo he leído nunca). La Linda que le achunte y me haga famoso y no sería tan pesado

como el Lafourcade, que a veces aparece en la tele y a ver si la Rosa se va atrever a tratarme como un cabro chico.

Sentado de espaldas al IRT 12" (un pie chiquitito y doce cuotas no reajustables) le pidió un lápiz mina —pa' poder borrar si me equivoco— al Pepe chico y frente a un par de hojas de papel trató de no escuchar los terribles vaticinios de JM sobre el futuro del fútbol chileno.

—A la mina no le pongo ni Maruja ni Rosa pa' que no se ponga cachúa la patrona; Margarita suena bonito, como la morenita que conoció en El Tabo hace tanto tiempo que ya ni se acuerda si fue en El

Tabo o en Algarrobo. Con la vista fija en el grafito, José se percató de la abismante diferencia de color entre el blanco y el negro y ahí sí que se dio vuelta al televisor, pues Jota Eme dice que no va a jugar Horno porque está castigado por el club, papá Linda la hicieron, debiera renunciar toda la directiva; ya apaga la tele, Rosa, y acuesta a ese cabro que está jodiendo la pita y qué tengo que ver yo si vos te enojas cuando yo paso todo el día encerrada y el perla llega y se pone a escribir; algo te pasa a vos, Pepe.

Alguien le dijo alguna vez que los escritores para inspirarse se cañonean, compadre,

AGUAS INDUSTRIALES LTDA.
aguasin

AGUASIN OFRECE
BENEFICIOS

Con un tratamiento AGUASIN para el agua de su caldera, sistema de enfriamiento o proceso Ud. podrá:

- ¡Economizar combustible!
- ¡Aumentar la eficiencia de sus procesos!
- ¡Prolongar la vida de sus equipos!

¡AGUA DE CALIDAD CON CALIDAD DE AGUASINI!
Manejamos un amplio stock de equipos standard. Fabricamos plantas especiales según requerimientos específicos. Ofrecemos completa gama de productos químicos. Proporcionamos servicio técnico de aplicación, control, revisión, instalación y reparación en todo el país.

CONSULTENOS

SIN COMPROMISO

AGUAS INDUSTRIALES LTDA.
INGENIEROS ESPECIALIZADOS
EN PURIFICACION Y TRATAMIENTO DE AGUA

William Rebollo 1977
Fono 250082 - Casilla 3177



y le hacen a la marihuana, le dijo el Mario una vez en el club, y qué me va a hacer un trago de pisco, sólo uno míjita y vaya a acostarse.

El trago pone triste a José y le baja la llorona, comadre, y a veces parece Magdalena, pero en el fondo es un buen hombre y no es tan fácil escribir sobre el amor, podría escribir una poesía. No, capaz que ahí haga el ridículo de frentón y la Marujita se ria de mí y yo conozco al Pelao y quedé de entregarle el artículo el viernes, y la Rosa que apaga la luz viejo y venga a acostarte, ya sabés que estás delicado del pecho.

El Pelao Otero —Pablo Otero Larrain, mi mamá estaba emparentada con unos due-

ños de fundo cerca de Parral— le exigió con un machete filudo, filudo, le hizo trizas el banderín de la UC que tengo colgado en el living, ahí donde está la tele, rando, girando y engorda y rando, girando y engorda a José, que ya no corre, pues las piernas las tiene cada vez más cortas y Otero le da en la espalda con el lápiz, que ya es lápiz y no machete y el pecho viejo con tallarines y el Pelao que te pega en la espalda, José, hasta que amaneció y desperté mojado entero y del salto desperté a la Rosa.

José ya es otro y lo sabe, recorre el Parque cabizbajo y mejor subo por la escalera para no encontrarme con Pe-

ñita en el ascensor. Otero lo esperaba y el artículo te lo voy a entregar el viernes y no me jodá más.

Como todos los plazos, éste también se cumplió y José camino del Ministerio —Guillotina aquel viernes 18 era una pálida sombra del José— martes pasado en la mañana. ¿Sobre qué iba a escribir? En el Instituto Nacional debía escribir composiciones sobre temas que generalmente eran descripciones de vacaciones en Peumo, de lo lindo que estaban los "choclares", como dijo mi papá una vez camino a Las Cabras, y no voy a escribir sobre eso porque a Otero no le va a gustar, él siempre va a la playa. Listo, no voy a la pega

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 Meisser Griesheim en las líneas de Electrodes 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.

y me meto en un teatro, el lunes ni se van a acordar, seguro que no, capacito que el Pelao vaya a la casa el domingo a joderme y más encima me come las almejas. Voy no más, pa' eso soy chileno que afronta todas las situaciones y le explico que no pude, que es difícil, que no puedo escribir porque no tengo de qué escribir.

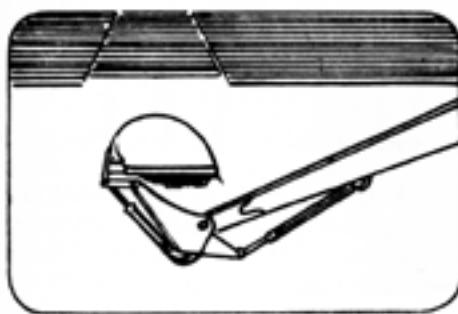
Su infancia y su juventud es un uniforme con la insignia del Instituto —derekito para la casa, mijito— y el Estadio Santa Laura y el otro, el de la Católica, que echaron abajo y construyeron aho-

ra esos departamentos tan feos y encerrados y tocar a Expósito y a toda la delantera de Palestino: Pérez, Coll, López, Fernández y Díaz, el marinero de Wanderers y salir corriendo para alcanzar a pedirles monedas a los que llegaron en auto al Estadio, no ve que yo no me moví en toda la tarde y yo se lo cuidé, señor, parado ahí en Einstein con Pascual Lazarte.

La Rosa me agarró cabrito —veinte años— y harto linda que era y ahora ni se pinta. ¿Sabis qué más, Otero? No escribí ni una cuestión porque no me la puedo y no te

voy a mentir, estuve tres noches sacándole punta al lápiz y rayándole los cuadernos al cabro chico y no pasó nada en toda la juventud de José, pues aunque traté no tuve nada de qué escribir.

Allá va José —el de vestón café— pero ya no silba ni chuta piedras cuando hoy es martes, mire y fijese, yo lo encuentro más viejo y agachado; pobre gallo, quién lo iba a decir si José era el alma de las fiestas allá en el Club Chacabuco. Cómo pasa el tiempo, parece que hace como cinco años que no lo veía.



EMTI

SOCIEDAD LIMITADA

MOVIMIENTO DE TIERRAS E INGENIERIA
AGRICOLA

SANTIAGO — RENGO — TALCA — PARRAL

S A N T I A G O :

Bilbao 4292 Dpto. 116 Fono 288459

T A L C A :

Av. San Miguel s/n Cas. 743 Fono 33999

P A R R A L :

Libertad N° 355 Fono 152

E. C. ROWE & ASOC.

INGENIEROS CIVILES

INGENIERIA DE FUNDACIONES

MECANICA DE SUELOS

ESTRUCTURAS

OFICINA:

MONJITAS 454 - 9^o PISO

FONOS: 381603-381797

SANTIAGO

LA IMPERIOSIDAD DE ENRIQUECER Y CORREGIR NUESTRO LEXICO METALURGICO



Dr. Ing. NELSON SANTANDER
Profesor Jornada Completa del
Departamento de Metalurgia.
U.T.E.

EMPRESA CONSTRUCTORA

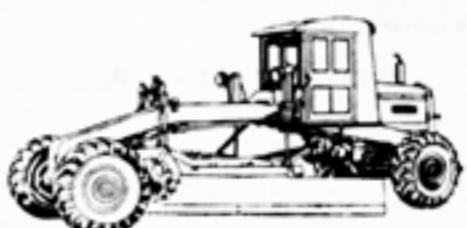
Figalem Ingeniería S. A.

OBRAS CIVILES — EMBALSES
CARRETERAS — FERROCARRILES
MONTAJE INDUSTRIAL

- MINISTERIO OBRAS PÚBLICAS
- MINISTERIO DE LA VIVIENDA
- ENDESA
- ENAP
- CODELCO
- FERROCARRILES DEL ESTADO

OFICINAS:
AGUSTINAS 1235 - 7^o PISO

TALLERES:
PANAMERICANA NORTE N° 4950
SANTIAGO



Sin duda que el español es un idioma lento para adaptarse a las necesidades impuestas por la avalancha de cambios tecnológicos. Ha existido demasiado puritanismo académico en la lengua, de modo que para referirnos a un proceso metalúrgico tenemos muchas veces que usar toda una frase cuando en otros idiomas se usa sólo una palabra.

Las sugerencias lexicales que me atrevo a proponer aquí, las entrego a riesgo de ser tildado de sacrilegio de la lengua por más de algún ortodoxo del idioma. Creo sin embargo, que en la vida más vale ser práctico y realista, que amarrarse a esquemas que en la práctica no los sigue nadie. Lo anterior no debe de ninguna manera interpretarse que debemos dar rienda suelta a un libertinaje idiomático que sólo puede arrastrarnos al vulgarismo en lugar que al pragmatismo.

En verdad mis primeras angustias gramaticales comenzaron cuando me di cuenta que en español no existe para la Metalurgia del Cobre un homólogo al término de SIDERURGIA que se emplea para caracterizar a la Metalurgia del Fierro. Cabe aquí mencionar que es éste uno de los pocos términos en que la lengua inglesa no dispone de un solo vocablo,

empleando en cambio toda una frase: METALURGY OF IRON AND STEELMAKING.

Siderurgia deriva de los vocablos griegos SIDEROS y ERGON. Similarmente podría incluirse en español un término con etimología análoga. En griego el cobre (y también el bronce) se llama CHALKOS, de donde derivan varios términos muy conocidos por nosotros: calcosina, calcopirita, calcografía, etc. Perfectamente podría emplearse entonces el término CALCOLURGIA para referirnos a la Metalurgia del Cobre.

Hace algún tiempo se sugirió el término TERMOMETALURGIA para englobar todos los procesos metalúrgicos (extractivos y adaptivos) que utilizan el calor para que ellos ocurrían. Cabe pensar también entonces en redenominar a un tratamiento térmico, TERMOTRATAMIENTO.

Pongamos ahora atención a una serie de términos que, si bien existen en nuestro léxico, o son incorrectos, o bien son poco generales, o bien incluso, no son palabras españolas.

Tomemos primeramente la Siderurgia. La primera palabra que llama la atención en la actualidad en el léxico siderúrgico es PELLITIZADO.

Aquí queda muy en evidencia que se ha hecho una simple desfiguración (porque no es ni siquiera traducción) de la palabra inglesa PEELLET. La traducción debería ser PELET, y el verbo respectivo, PELETIZAR, tal como del inglés BRIQUETTE derivó el sustantivo BRIQUETA y el verbo BRIQUETEAR, pero en ningún caso se degeneró la palabra en BRIQUETTEAR.

Las palabras usadas para designar el reactor siderúrgico por excelencia, el ALTO HORNO, han sido traducidas al parecer directamente del alemán HOCHOFEN sin pensar que en español jamás se coloca el adjetivo delante del sustantivo. Este error gramatical sin duda que no se corregirá jamás, pero conviene saber que en rigor este horno debería llamarse HORNO DE CUBA ALTA, HORNO ALTO DE ARRABIO, o bien HORNO VERTICAL DE ARRABIO.

Los hornos convencionales de las antiguas acerías siguen conociéndose en español como hornos SIEMENS-MARTIN, aunque, tal como en inglés se usa la denominación OPEN-HEARTH, en español podrían emplearse los vocablos HORNO REVERBERO DE ACERO, o bien HORNO DE SOLERA. En el caso de la nueva acería chilena se introdujo el término CONOX, vocablo quizás demasiado criollo, ya que en

español pueden emplearse términos como CONVERTIDOR AL OXIGENO, REACTOR LD, o bien OXICONVERTIDOR. Al respecto cabe hacer aquí el siguiente comentario. En muchas de las modernas aplicaciones del oxígeno industrial a los procesos pirometalúrgicos se emplean frases como LANZA DE OXIGENO, QUEMADOR AL OXIGENO, etc., en circunstancias que en forma muy escueta y clara podrían introducirse los vocablos OXILANZA, OXIQUEMADOR, etc., tal como en soldadura se utilizan los vocablos OXIACETILENICO, OXICORTE, etc.

Tomemos ahora el caso de la "CALCOLURGIA".

Hay en este caso vocablos ingleses que al parecer quedaron ya para siempre sin traducción en nuestro léxico, tal como ocurre con las palabras BLISTER y WIREBAR. Conceptualmente el cobre blister no es otra cosa que un COBRE EFERVESCENTE análogo al acero efervescente de los siderurgistas. Desgraciadamente, la traducción de WIREBAR sólo es posible en español con una frase: LINGOTE PARA TREFILAR ALAMBRES, de modo que la única alternativa que queda aquí es degenerar la palabra en algo así como GUAIRBAR que muy difícilmente sería aceptada en la práctica.

La palabra MATA es una buena españiolización del vocablo inglés MATTE que se originó debido al aspecto "mate" que presentaba a la vista el material ya sólido, sin embargo en Chile (y al parecer sólo en Chile) se usa el término EJE, cuyo origen jamás he podido encontrar, pero que creo no es un término muy feliz.

Lo que sí resulta curioso es la denominación METAL BLANCO para algo que no es metal ni tampoco tiene color blanco. La simple traducción literal del Inglés WHITE METAL no es muy apropiada. Una posible corrección a este error podría ser llamar al Cu₂S por el nombre mineralógico CALCOSINA, aunque estaría por verse si de acuerdo a la cristalocímica es adecuado el término.

Al terminar este breve artículo, debo poner énfasis que mi intención aquí ha sido la de despertar inquietud e interés entre los metallurgistas por llegar a acuerdos en torno a terminologías y nomenclaturas simples, prácticas y útiles. Invito cordialmente a los lectores de "CONTACTO", interesados en el tema, que hagan llegar sus sugerencias en este tema, a nuestro Departamento.

LA METALURGIA LLEVADA AL CAMPO DE LAS ABSTRACCIONES

Dr. ALFONSO VASQUEZ M.
Prof. de Filosofía, Departamento
de Filosofía, Fac. de Estudios
Generales, U.T.E.



La metalurgia nos da de inmediato la imagen de realidades concretas, palpables, objeto de fácil comprensión. Nos da también la idea de una actividad práctica, ordenada a la producción, a la utilidad, a la riqueza. Nos parece, por lo mismo, estar muy lejos del campo filosófico, que es una esfera intangible, tal vez de difícil intelección y, en todo caso, de ninguna utilidad. Se contrapone el desinterés de la Filosofía con el utilitarismo de las ciencias y de la técnica.

Ortega y Gasset, cazador de frases llamativas y paradojas, ha hablado de la "magnífica inutilidad" de la Filosofía —y esta es una de las expresiones que, en su elegante paradoja, cautivan al lector común y en torno al cerebro mágico crean un halo de santidad intelectual, canonizándoselo de sabio, cuando no de genio o fénix de los ingenios.

La expresión tiene su acierto y su gran parte de verdad —y tiene su lado flaco, como que es de fácil mala interpretación: da pie para desfigurar a la Filosofía y relegarla al desván de las cosas que ya no se usan, pero se las puede sacar a la curiosidad común cuando se quiere hacer historia o recuerdo de lo que fue.

Hay un plano o nivel de cosas en el que la Filosofía no aparece, ni se nota su ausencia. Por eso, un ingeniero se jactaba de haber sido un buen profesional, sin haber estudiado Filosofía y declaraba que para nada le había hecho falta. Esa ausencia de la Filosofía es aparente. En la realidad de las cosas, no hay hombre que actúe como tal, como actúa por ejemplo el ingeniero, haciendo cálculos, comparaciones, aplicando fórmulas, estableciendo principios... que para todo esto no haya tenido que recurrir inevitablemente a abstracciones universales que constituyen el meollo de la Filosofía.

La Filosofía no da de comer a nadie. El filósofo como tal no descubre las realidades del mundo físico. Tampoco la matemática, en su puro mundo abstracto (identificado con la Filosofía) descubre nada. Hay que ir a lo concreto, a lo particular, a la experiencia. Pero para hacerlo bien, hay que darse cuenta del cuadro en el que se enmarca lo concreto, del porqué de la elección de una cosa y del rechazo de otras, del porqué se acepta lo positivo y se tiene en cuenta lo sensorial. Los sentidos nos presentan objetos que utilizamos en la ciencia y en la técnica, pero dándonos cuenta del significado de ellos, de su distinción de otros objetos.

Si la Filosofía no nos da de comer ni nos lleva de la mano a hallazgos sorprendentes, nos da algo que es anterior a todo eso, presupuesto de todo eso. Nos enseña que la realidad universal es unitaria y que hay una escala ascendente que va de lo particular y concreto a abstracciones cada vez

más alejadas de los sentidos. El análisis de lo concreto nos va descubriendo la continuidad de esta escala y que las abstracciones más elevadas se nos manifiestan por las más cercanas a lo concreto.

Ha sido un prejuicio muy común y sumamente perjudicial para el buen criterio de los hombres de ciencia (de muchos hombres de ciencia) el arrojar a la Filosofía el sambenito de ser un mero conjunto de "abstracciones". Y lo peor es que se han ofuscado con esta acusación, intelligencias que se mueven en el propio campo de la Filosofía.

Entre los numerosos ejemplos que se pueden citar, quiero referirme a uno, el de William James, cumbre quizás de la Filosofía norteamericana y patriarca del Pragmatismo. Se hace cargo de las objeciones hechas a la Filosofía, a las que da una respuesta tan mala como la objeción, por no decir que la medicina es peor que la enfermedad.

La objeción número 3 dice que "la filosofía no está en contacto con la vida real, a la que sustituye con abstracciones". Considera históricamente válida la objeción y agrega: "Estas sutiles y nobles abstracciones pueden ceder su puesto a construcciones más sólidas y reales, cuando los materiales y métodos para erigir tales construcciones hayan sido determinados con más seguridad. Al final los filósofos podrán ponerse en íntimo contacto con los hechos de la vida como lo hacen los escritores de novelas realistas" (!!).

Respondiendo a la objeción número 1 (según la cual, la filosofía no hace progresos ni tiene aplicaciones prácticas), dice: "Lo que hoy se llama filosofía no es sino el residuo de las cuestiones que todavía no han recibido respuesta" (William James, "Some Problems of Philosophy" cap. I, La Filosofía y sus críticos).

Todo esto, perdiendo de vista la razón de ser de la Filosofía y su esencia, que no es precisamente plantearse cuestiones que mueven la natural curiosidad, y que las ciencias con el progreso pueden llegar a resolver, en tanto que nunca tocarán siquiera las cuestiones propiamente filosóficas porque no son de su orden experimental, no son de su órbita.

No se sabe qué construcción será más sólida y real que la filosófica (si nos limitamos a lo que realmente es universal), cuando para calificar cualquier hecho, no basta el hecho mismo sino que hay que acudir a ideas calificadoras y que previamente se califican a sí mismas, para medir su propio alcance: el positivismo al limitar su reconocimiento a lo concreto y sensorial, o al darle preferencia sobre los principios abstractos, no tiene ojos para ver el enlace, ni se da cuenta de que tales hechos desligados de los principios abstractos universales son mudos y a nada llevan ni tiene

conciencia de que sus mismas preferencias para justificarse deben ser razonadas, es decir deben ser sometidas a principios universalmente valideros y en conformidad con esta relación se llegará a conclusiones sobre su valor, siquiera se trate de conclusiones probables.

En cuanto a que la Filosofía sea un conjunto de "abstracciones" lo es y en esto está su mérito, porque en tanto será conocimiento en cuanto sea abstracción. Todo conocimiento es esencialmente abstracto, pero como abstracto supone lo concreto. Es concreto lo que tiene existencia en sí mismo y por sí mismo, independientemente de lo que se piense de ello, aunque el idealismo todo lo reduce a ideas o creaciones del espíritu. En este último caso, menos razón habría para criticar a la Filosofía por su condición de abstracta, si todo conocimiento es puro producto de la mente. El rea-

MALLAS PARA HARNEROS



CON LICENCIA HEWITT ROBINS INC. U. S. A.

Jorge Rivet Moulin

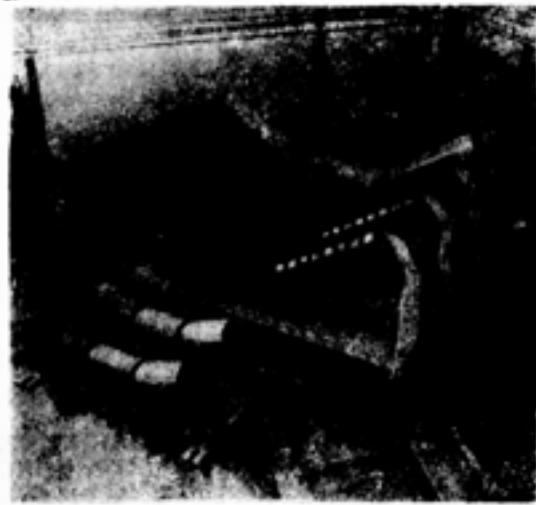
POLINES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS

OFICINA Y FABRICA:

AV. RAMON FREIRE 5293
(Ex Av. Pajaritos 6480)

FONOS: 792275 - 792429

CORRESPONDENCIA A CASILLA 4705
SANTIAGO - CHILE



lismo (sea espiritualista, materialista o dualista) reconoce la realidad del ser fuera de la mente (la misma mente es un ser que tiene existencia previa a su actividad mental; "prius est esse quam operari" primero es ser, después es obrar).

El ser para convertirse en objeto del conocimiento, para entrar al dominio de la mente, tiene que despojarse de su propia realidad y revestirse de una nueva realidad que es la que le da la mente; de lo contrario se queda fuera de la mente y se hace inconocible; este despojo es lo que se conoce con el nombre de "abstracción" el hecho de quitarle lo particular a cada objeto que entra en la mente para revestirlo del ropaje común que la mente reserva a cada tipo de cosas, haciendo una combinación de ropajes comunes para que de ella resulte la distinción de cada objeto particular: es lo que en Lógica llaman "notas" de cuyo conjunto resulta la "connotación" que cuanto mayor sea mejor individualizará a cada objeto. Como si yo digo: materia y luego le añado diversas cualidades, con las que llego al concepto de metal; y añado nuevas cualidades como decir: de tal color, de tal peso, dúctil, maleable, etc., y luego determino: en tal cantidad, tantos gramos, reducido a tal forma, que está en tal ubicación, de modo que llego al anillo que llevo en el dedo. Para conocer mi anillo (no simplemente para verlo como lo puede ver mi perro) he tenido que recorrer un camino de abstracciones y según sea la perfección y exactitud de ellas, será mi conocimiento del objeto en cuestión.

De modo que todo conocimiento, inquestionablemente, es abstracción. Pero será tanto mejor cuanto más fundamentada sea. Esta fundamentación depende de la categoría de ser a que se aplique. Las realidades materiales deben conocerse a través de las sensaciones (y a esto se aplica aque-

llo "nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu", nada hay en el entendimiento que antes no haya estado en los sentidos: principio que Locke tomó de Santo Tomás, quien a su vez lo extraió de Aristóteles); pero las sensaciones para ser conocimiento deben pasar por la mente y convertirse en ideas, imágenes mentales: lo que no sucede sino en cuanto en la misma mente surgen imágenes inmateriales que sirven de patrón a las sensaciones. Esas ideas, sin duda, se suscitan en la mente simultáneamente con la producción de sensaciones. Pero ellas mismas no son producto de hechos, porque los hechos las necesitan para ser explicados: surgen cuando los hechos las reclaman, pero ningún hecho sirve para explicarlas. La fundamentación de estas ideas o principios provienen de la misma naturaleza de tales principios que es la evidencia, lo que no obstante para que esa evidencia se autoanalice, como el ojo que se observa con el mismo poder del ojo.

Ahora bien: las abstracciones (ideas, principios...) forman un conjunto indefinido en correspondencia a la indefinida multiplicidad de los seres: a cada tipo de ser corresponde una determinada idea. Dos seres que caen dentro de la misma idea no se distinguen por la idea sino por las circunstancias concretas en que se aplica la idea, como ser: dos hombres, dos leones, dos trozos de metal.

Dentro del indefinido conjunto o indefinida serie de ideas, las hay que son aplicables a determinados conjuntos de cosas y las hay que se consideran aplicables a cualquier realidad.

Este último tipo de ideas o principios son los que a justo título y con rigor se deben llamar ideas universales, principios universales y constituyen el objeto propio, característico y exclusivo de la Filosofía. Ninguna ciencia se ocupa de lo propria-

FORESTAL S.A.



**PRODUCTORES - DISTRIBUIDORES Y EXPORTADORES
DE PINO INSIGNE EN BRUTO Y ELABORADO**

**SAN MARTIN 622 — CASILLA 2721
CONCEPCION**

mente universal (el ser y sus grandes categorías, con los principios que inmediatamente derivan de él y de ellas): es objeto exclusivo de la Filosofía, que por esto está en la raíz de todas las ciencias. Es falta de seriedad e inconsciente superficialidad afirmar (como lo hace Abbagnano, Diccionario de Filosofía) que los primeros principios han dejado de tener vigencia: por muchas sutilizaciones que se acumulen, nos daremos cuenta de que en todo esfuerzo por comprobar algo, como ser la misma negación de los principios, se ha tenido que poner en movimiento el mecanismo de esos mismos principios, de manera que al negarlos ya se les estaría atribuyendo capacidad de comprobación, incurriendo en un contrasentido.

Por eso, tras las diversas ciencias y tras la técnica basada en ellas, veremos aparecer a la ineludible Filosofía, la ciencia del pensamiento en sus últimas depuraciones, en su independencia y superación de lo sensorial (lo sensorial es el campo común al hombre y a los animales, muchos de ellos con capacidad sensorial superior al hombre), en sus significados más genéricos, en sus alcances más universales, en su autoexamen y autocritica, en su sentencia final sobre lo que es el mismo pensamiento y lo que son sus aplicaciones científicas y tecnológicas.

Y ahí es donde se presenta la "magnífica utilidad de la Filosofía", la utilidad fundamental de la Filosofía, llegando al reverso de la medalla que por una cara nos presentó Ortega y Gasset.

Hoy —urgido el mundo por las crecientes necesidades— se pone atención a lo inmediatamente práctico, a lo productivo y remunerativo (no considerando remuneración sino lo que suena a metal). Se da no sólo preferencia, sino casi exclusividad a lo que signifique desarrollo de los conocimientos cuya utilidad se palpa y contabiliza.

El "prius est esse, deinde philosophari" (primero es ser, después filosofar) se hace válido sólo en su primera parte, la segunda queda "ad kalendas-graecas" (para esas calendas que no existían en el "calendario" griego).

Y se corre el peligro —es inevitable el peligro y el hecho— de que se pierde la perspectiva, esa perspectiva que es tan propia del ser Inteligente que domina el panorama en que se desenvuelve su actuar; no hay relación conjunta y cada uno se limita a lo suyo en forma casi exclusiva, prácticamente exclusiva.

El hombre se mecaniza y no pretende nada más allá de sus sentidos, eso de metafísica (el orden que está más allá de lo físico) le suena a cosa hueca o a lo sumo algo tan aéreo y preferible como lo poesía.

Se oye de vez en cuando aquella profesión de incredulidad (originada en las palabras de un To-

más Apóstol y por confusión atribuidas a Tomás de Aquino): "yo no creo sino lo que veo" lo que es una gran falsedad; lo que cada uno ve es muy reducido y con tal principio se vería reducido a la inacción y su cultura quedaría a nivel animal.

Desde hace décadas vienen algunos pensadores quejándose de la limitación en que se encierran los especialistas. Ortega repite su queja y la condensa en el capítulo "Barbarie de la especialización" (en "La Rebelión de las Masas"). Le hacen coro Einstein, Schrödinger y otros insignes científicos. Es incalculable el perjuicio que causa la limitación en general y, en especial, la eliminación o la jibarización de la Filosofía en la enseñanza universitaria. Se priva al estudiante de aquello que le da la raíz de toda la floración que aparece en su campo cognoscitivo. Llega ávido de conocimientos a la Universidad y, como trae un bagaje intelectual harto reducido y entre sus provisiones vienen muchos prejuicios que en vez de ayuda son

**SOCIEDAD
INDUSTRIAL
LANERA
AUSTRAL
DE MAGALLANES
LTDA.**

PEDRO MONTT 1027 - Casilla 94-D

Teléfono 24820 - Punta Arenas

LIBRERIA "UNIVERSO"

ARTICULOS PARA OFICINAS

Y ESTUDIANTES

BORIES ESQ. COLON 798

PUNTA ARENAS

estorbos, se siente desconcertado y al borde del fracaso.

La especialización no es un mal y es una necesidad; pero junto a ella debe tener cabida la orientación filosófica y la complementación cultural que lo pongan en relación con su época y su medio, para vivir una vida auténticamente humana y no de simple mecanismo productor.

Cada sección, cada parcela del extenso campo de los conocimientos, está sembrada de concepciones, referidas a los objetos concretos que son su materia de estudio. Todos esos objetos están envueltos, envasados en imágenes mentales. De otro modo no podrían ser objeto de conocimiento. Las imágenes sensibles (como por ejemplo el semblante de una persona reproducido en nuestra retina, un tipo de sonido que distinguimos de otros sonidos, un determinado olor, sabor, una asperza, suavidad, etc.) desprovistas de significado por ausencia de toda idea, serían realidades mudas e inútiles, pese a reproducirse materialmente en los sentidos, a la manera como se reproducen las imágenes visibles en un espejo. Empezamos por preguntarnos qué es tal cosa, la comparamos con otras semejantes, hacemos nuestras clasificaciones y distinciones. Todo eso conforme a módulos mentales, cuyo valor es preciso también enfocar.

Esos elementos o factores que así invaden todos los conocimientos, todo el saber, al no identificarse con las imágenes sensibles, no pueden ser objeto adecuado de ningún saber positivo ni tampoco de la matemática que recae en lo cuantitativo o lo extenso.

De ahí nace la necesidad ineludible de un saber reflexivo, valorativo y crítico, obra de la inteligencia o de la razón pura y de alcance universal.

Las ciencias, recluidas cada una en su propio sector, enfocadas en su objeto específico y aplicando su propio método, deben necesariamente utilizar los medios o instrumentos que son propios de la Filosofía.

Si por una razón o por otra desdchan el estudio filosófico, todo su edificio científico estará fundado en un terreno que no han podido estudiar. Y podremos repetir lo del poeta, aplicándolo al caso: "No les pidamos firmeza, porque son de una señora" .. que nada sabe ni quiere saber del terreno que pisa.

Sometamos ya la metalurgia a las concepciones filosóficas que, desde luego, son las más altas abstracciones a que se puede someter el estudio de lo positivo, incluido el estudio de la técnica.

Poner estas realidades bajo esta mira es captar todo su alcance y significación, que no se quedan en los casos particulares sino que se relacionan con las finalidades humanas.

Se trata en fin de cuentas de saber o poner de

realce el "puesto" que tiene la Metalurgia, en nuestro caso en el conjunto de las realidades humanas, supuesto que la Metalurgia es a no dudarlo una actividad típica del hombre, en la que él pone en acción su inteligencia teórica y su habilidad práctica, aquella capacidad que, en cierta etapa de sus inicios históricos o evolución prehistórica lo hizo constituirse en "homo faber", hombre que hace cosas, que fabrica transformando lo que la naturaleza le presenta.

Por cierto que, aunque haya algún tipo de técnica y de transformación atribuible a los animales (como la fabricación de miel, por ejemplo, o la construcción de refugios o nidos), la Metalurgia está en un grado de suficiente progreso como para que no sólo no haya irracionales que hayan llegado a ella sino que ni siquiera el hombre en sus primeras etapas haya tenido este recurso de que él es fundamentalmente capaz y sólo sucesivamente haya pasado por el uso y transformación de ciertos metales que han dado nombre a importantes períodos de la evolución humana (edad del bronce, edad del hierro).

Estamos en el orden de las actividades prácticas, iluminadas por la actividad mental y certificadas o modificadas por las experiencias de los que a esta actividad dedicaron sus esfuerzos, para convertirla en una rama del saber práctico, en la que se combinan las ciencias de la naturaleza con los métodos hallados como los mejores para sus resultados específicos.

METALURGIA es una rama del saber práctico, a cuya integración concurren diversos saberes prácticos, con ideas y expresiones encaminadas a un mismo objetivo que podría decirse es la preparación de un material que, por ciertas propiedades características, es apto para diversos usos humanos, que exigen firmeza y duración, a lo que se añade su especial disponibilidad para la utilización de fuerzas como la energía eléctrica.

Este material, de múltiples variedades, es el metal, que da su nombre a la metalurgia.

Metalurgia es palabra tomada del griego.

Los griegos llamaban "metallon-ou" (to) a una mina; aplicaban la misma palabra a cualquier metal y aun a otros materiales; significaba igualmente yacimiento de sal; la mina también se llamaba "metallourguelon-ou"(to) — y "metallourgós — metallourgué — metallourgón" (adjetivo) era lo referente a las minas, minero.

Según esto, la metalurgia para los griegos se limitaría a la extracción de minerales.

En la ciencia y en la técnica modernas, la voz es de mayor amplitud.

Podríamos sintetizar su alcance en los siguientes puntos:

- a) conocimiento de los metales, sus propiedades y posibles aplicaciones;
- b) su modo de extracción y tratamiento, desde un simple lavadero hasta las más costosas instalaciones;
- c) la transformación del mineral bruto en metal disponible para la fabricación de artefactos o los usos a que el metal sea destinado;
- d) las diversas combinaciones que de ellos se pueden hacer, para un uso más amplio y de mejores condiciones;
- e) los diversos métodos que pueden aplicarse en la perfección del material.

La metalurgia se refiere pues a la producción y comportamiento de los metales y de sus aleaciones: extracción, refinamiento, elaboración, aleaciones.

La metalurgia se divide en ramas, según sea el metal que constituye su objeto y según el método que emplee:

- a) Siderurgia: metalurgia del hierro, del hierro y del acero...
- b) metalurgias especiales del cobre, del aluminio, zinc o cualquier otro metal;
- c) pulvimetallurgia: la técnica de aglomerar polvos metálicos en estado sólido, formando piezas metálicas compactas, sin recurrir a la fundición; este sistema se emplea para la obtención de piezas metálicas porosas (como ser filtros especiales);
- d) electrometalurgia: extracción de los metales por sistemas electrolíticos o electrotérmicos.

La metalurgia es una ciencia práctica y al ingeniero o técnico metalúrgico le interesa ante todo la realidad práctica; aplicando lo de la fábula, no le interesa tanto si son galgos o podencos, sino simplemente si son perros de presa los que vienen en persecución de los conejos.

En esta ciencia práctica hay que partir lógicamente de ciertas teorías, como por ejemplo la definición de metal; si así no fuera, no se sabría de qué se está tratando.

No es la Filosofía la que determina qué cuerpos deben clasificarse como metales, pero si las concepciones filosóficas universales ayudan a la mejor clasificación concreta y especialmente la Lógica nos da la pauta para una buena definición. Aquí entra ante todo el lenguaje común, del que depende la aplicación de determinada palabra a determinadas realidades. Luego la ciencia y la técnica, en vista de sus propias finalidades determinan las condiciones de su propio objeto. En instancia final, la Filosofía enfoca este objeto y lo relaciona con más altas categorías.

Metal es un cuerpo que, por su estructura interior, tiene determinadas cualidades: elevada conductibilidad eléctrica y térmica, solidez a tempe-

ratura ordinaria (excepto el mercurio), cierto color grisáceo, amarillento o rojizo, brillo característico, peso específico determinado, fusibilidad; estos cuerpos presentan carga eléctrica positiva, en la electrólisis; y originan óxidos básicos. La raíz de sus propiedades está en la estructura interior, el modo de unirse los átomos para formar la masa metálica: **enlace metálico**; — los metales típicos son además de **estructura cristalina**: yuxtaposición de cristales microscópicos, de sistema cúbico o hexagonal, en la generalidad de los casos.

La estabilidad del enlace depende de la atracción reciproca, electrostática, entre iones con carga positiva y el conjunto de los electrones cargados negativamente.

Del enlace y de la estructura cristalina provienen la conductibilidad eléctrica, por la gran movilidad de los electrones conductores de corrientes; la ductilidad y la maleabilidad se deben a la estructura compacta y a la posibilidad de los cristales de deslizamiento interior.

Las precedentes nociones son elementales para todo iniciado en el conocimiento de la metalurgia. Pero son básicas para partir hacia el enfoque que están llamadas a hacer dos grandes ramas de la Filosofía: la Filosofía de la Ciencia y la Filosofía de la Técnica, de lo que podremos ocuparnos en otra oportunidad, quedando lo aquí expuesto como una simple introducción.

Soc. Fábrica de Papel y Cartón

"Schorr y Concha S. A."

- Papeles Monolucidos de Color
- Papeles para envolver en Pliegos y Rollos
- Papeles en rollos de 168 cm. para embalajes



- Carátulas y Cartulinas de Color
- Papeles para empapelar en colores lisos
- Saquitos de papel. Papel oficio y carta para original, roneo y copia.

Avda. CARLOS SCHORR 433

FONO 31828 CASILLA 185

TALCA

¡nuevo!

Espectrómetro de rayos-x automático con programa almacenado para presupuestos reducidos

Si Ud. ha pensado que un espectrómetro de rayos X automático es un lujo fuera de su alcance, infórmese bien. Para ello vea el modelo PW-1410/20 AHP de Philips.

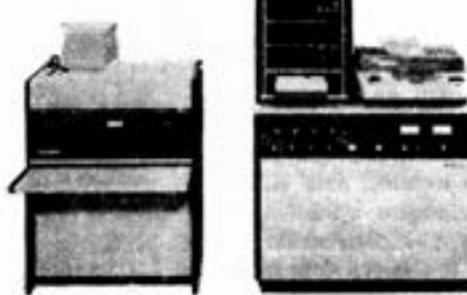
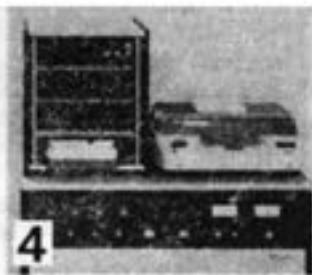
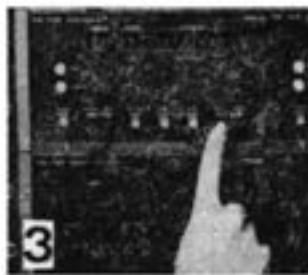
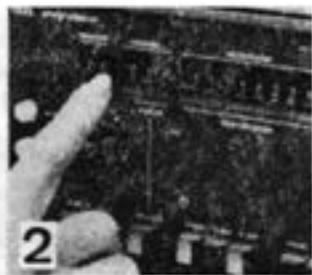
Para operarlo, todo lo que necesita hacer es (1) coger la muestra, (2) seleccione el programa adecuado con los dos interruptores de tambor, (3) presione el botón de partida, y (4) leer las interrupciones del teletipo.

¿Fuera de su alcance? No lo crea. Este nuevo sistema tiene un precio tan bajo, que está dentro del presupuesto destinado a sistemas manuales anteriores.

«Su secreto? El microprocesador.

Este dispositivo le permite el almacenamiento de tantos programas analíticos de rutina como los que Ud. normalmente necesita... sin siquiera tener que registrárselos en cinta de papel. Simplemente Ud. pide el programa adecuado, ya sea del panel frontal o del teletípewriter. Todo lo demás es automático.

Es prácticamente todo lo que se requiere. Ahora tiene Ud. la inigualable versatilidad y precisión del probado modelo PW-1410... con mayor velocidad y simplicidad para el análisis. A un precio que Ud. puede permitirse.



Mayores informaciones en PHILIPS CHILENA S.A. División Profesional.



Equipos Científicos
e Industriales

PHILIPS

LAS RESERVAS DE CARBON EN LA CUENCA DE ARAUCO -CONCEPCION-

En el presente trabajo se describe el actual conocimiento que se tiene de las reservas carboníferas de la cuenca de Arauco señalándose al mismo tiempo algunas consideraciones relativas al modo de afinar este conocimiento.

1.— DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA

En forma general puede decirse que la cuenca carbonífera de Arauco se desarrolla entre la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta y el límite exterior de la plataforma submarina, con una extensión superior a los 3.000 km².

El límite Norte de la cuenca puede situarse al norte de Coronel y el límite Sur al sur de Lebu.

Los carbones que se encuentran actualmente en explotación están contenidos en el complejo sedimentario de la región de Arauco-Concepción.

En la zona comprendida entre Arauco, Carampangue y Colico se superponen los Miembros Lota y Colico con manto de carbón explotables.

El Miembro Lota presenta su mayor desarrollo en la región submarina, habiéndose explotado hasta la fecha alrededor de 125 millones de toneladas en hasta 5 mantos. Su área cubre 650 km², de superficie, de los cuales 470 km², se ubican al norte de Arauco y que son los que presentan in-

terés económico. De ellos sólo se han explotado 55 km², en la zona de Lota-Schwager.

El Miembro Colico en cambio, no ofrece interés al norte de Arauco pero si al Sur de esta localidad, hasta Antihualla. Su superficie es de aproximadamente 150 km², de los cuales han sido explotados solamente 15 km², sobre una zona de interés económico de 60 km². Su característica principal es ser continental y ubicarse a menor profundidad que el Miembro Lota.

La formación Trihueco aflora en la costa, y como zona conocida especialmente desde el río Lebu hacia el Sur proyectándose hasta la altura de Cañete. Comprende una superficie total de 160 km², de la cual han sido estimados como de interés económico aproximadamente 100 km², habiendo sido explotados hasta la fecha 8,5 km².

2.— LAS RESERVAS

Las reservas globales de carbón, considerando las accesibles desde las minas actuales, las probables proyectadas mediante sondajes, y las posibles existentes en las áreas de interés económico para cada uno de los tres Miembros u horizontes carboníferos que se han señalado en el párrafo anterior, son señaladas en el cuadro siguiente:

CUADRO DE RESERVAS DE LA CUENCA CARBONIFERA DE
ARAUCO - CONCEPCION
(miles de toneladas recuperables)

Mina	Horizonte Lota	Horizonte Colico	Piso Trihueco	Total
— Lota	38.000	—	—	38.000
— Schwager	22.000	—	—	22.000
— Colico Sur	—	2.600	—	2.600
— Troncal	—	2.800	—	2.800
— Victoria de Lebu	—	—	8.600	8.600
SUB-TOTAL	60.000	5.400	8.600	74.000
— Reservas reconocidas Carampangue	10.300	22.200	—	32.500
— Otras zonas de interés	22.500	22.000	100.000	144.500
TOTAL GENERAL	92.800	49.600	108.600	251.000

Para determinar las cifras señaladas en el cuadro se consideraron las cantidades de carbón "re recuperables". Este concepto incluye al carbón que se puede explotar, considerando tanto aspectos económicos como técnicos. De este modo se establece la diferencia con el término "in situ" que indica la existencia total de carbón evaluada en un determinado sector.

El factor de recuperación considerado en las cifras es de 0.5.

En este punto parece conveniente clarificar algunos conceptos relacionados con las reservas y al modo cómo se evalúan.

Recursos: Son concentraciones naturales de materiales en la corteza terrestre, ubicados en tal forma que la extracción de un producto es actual o potencialmente posible en forma económica.

Los recursos pueden ser: "Identificados" o "suspuestos".

Los recursos "identificados" son aquellos que constituyen volúmenes específicos de sustancias que contienen minerales, cuya ubicación, calidad y cantidad son conocidas conforme a evidencias geológicas y justificadas por mediciones de ingeniería.

Reservas: Es aquella porción de los recursos identificados de la cual un producto mineral utilizable puede ser económicamente extraído.

En cuanto al grado de certeza con que se ha identificado una reserva respecto a ubicación, calidad y cantidad, puede señalarse la siguiente clasificación:

a) Reservas Probadas (o medidas)

Son aquellas para las cuales la estructura geológica es conocida en cuanto a fallas, potencias, profundidades, límites de explotabilidad, techos mínimos y calidades. (Su grado de exactitud es no menor que un 80%).

b) Reservas Probables (o indicadas)

Son aquellas cuyo tonelaje y calidad son evaluadas parcialmente en base a medidas específicas y muestras o datos de producción o bien en base a proyecciones, hasta una distancia razonable, de acuerdo a evidencias geológicas o a muestras de terreno inapropiadamente espaciados. En Chile se hace extensivo su alcance hasta un entorno de 500 metros más allá de las reservas probadas (grado de certeza algo menor que en estas últimas).

c) Reservas Posibles (o inferidas)

Son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas están basadas principalmente en un conocimiento del carácter geológico del depósito, y para las cuales hay pocos reconocimientos y muestras. En Chile se hace extensivo su alcance hasta un entorno de 1.000 metros más allá del campo de reservas probadas.

3.— PLAN DE EXPLORACIONES NECESARIAS

Del análisis del cuadro se desprende que en el Miembro Lota (minas Lota y Schwager) existen alrededor de 95 millones de toneladas recuperables. De ellas 4 millones están probadas, 8 millones constituyen las reservas probables, 23 millones las posibles y 60 millones son reservas geológicas (según información disponible a 1973).

Es importante destacar que de acuerdo con la información obtenida con el reconocimiento de nuevos campos en Lota y Schwager, las reservas probadas y probables han aumentado; su magnitud está actualmente en etapa de evaluación.

Para desarrollar un plan de exploración en Lota-Schwager es necesario cubrir un área del orden de 7.000 hectáreas con sondajes submarinos, llegándose hasta unos 22 sondajes en una primera etapa y 45 en una segunda etapa. De este modo se llegaría a tener una seguridad, entre reservas probadas y probables, de hasta 100 millones de toneladas recuperables, con una inversión aproximada, para el total de los sondajes de US\$ 21.000.000.

En el Miembro Colico han sido probadas sólo 2.6 millones de toneladas en la mina Colico y 2.8 millones en Trongol. Es necesario practicar sondajes en un área de 20.722 hectáreas divididas en dos sectores: Arauco I (5.200 hectáreas) y Arauco II (15.500 hectáreas). En Arauco I existen 18 sondajes hechos, todos los cuales demuestran la presencia de los mantos de carbón de los Miembros Lota y Colico, con espesores comprendidos entre 0.7 y 1.6 mts. Para completar el estudio deben hacerse nuevos sondajes que permitan completar la malla que daría seguridad en la clasificación de las reservas. Se estima en este sector una cantidad de carbón recuperable superior a los 10 millones de toneladas.

En Arauco II existen sólo 3 sondajes hechos, efectuados en el sector Norte, vecino a Arauco, sector donde, sin embargo, han estado o están las minas más activas del campo, de modo que sus reservas son en alto grado seguras. Para lograr la certeza deseable se proyecta una red de 30 sondajes, suponiéndose que en la zona habrá más o menos 30 millones de toneladas, fuera de las 5.4 millones ya probadas.

La Formación Trihueco representa la mayor potencialidad carbonífera de la cuenca. Se ha planteado un plan de exploración que cubre cerca de 14.000 hectáreas, que se agregan a las 3.300 de las pertenencias de ENACAR de Victoria de Lebu (con 8.6 millones de toneladas probadas).

Se supone que en el área por explorar existe a nivel de reserva posible o reserva geológica unos 150 millones de toneladas recuperables. Con un plan de 16 sondajes se puede llevar el conocimiento del campo al nivel de reserva probable o posible.

4.— CONCLUSIONES

Del breve análisis efectuado pueden desprenderse las siguientes conclusiones:

—No se puede afirmar que las reservas de la cuenca Arauco-Concepción no se conozcan.

—Existen campos que aunque probados en cuanto a su volumen, no lo están en cuanto a otras características, por lo cual dichas reservas no se consideran aún probadas.

—Debido a lo caro del proceso de probar las reservas en cuanto a la totalidad de sus características, no siempre es conveniente adelantar la inversión hasta que su necesidad se convierta en imperiosa. De allí que ENACAR aparezca como no conociendo debidamente la total potencialidad de la cuenca, lo que significa que no sepa sus posibilidades con bastante certeza. Sin embargo, pa-

rece evidente la necesidad de ir al mejor conocimiento posible de las reservas de carbón, tanto desde el punto de vista de la estrategia energética del país, como para que ENACAR pueda proyectar sus expansiones futuras ubicando las unidades extractivas en las áreas más rentables. Existe actualmente un estudio y plan actualizado sobre la materia.

—La política que ENACAR ha estado implementando es la de evaluar, hasta el nivel de posible el entorno total, hasta el de probable aquello que parezca más inmediatamente interesante como campo para explotación minera, y al nivel de proyectar la cantidad de carbón necesaria para justificar económicamente la instalación, primero de una mina, y de su expansión más tarde.

—No existe temor por el futuro de la explotación de la cuenca en cuanto a cantidad de carbón ni en cuanto al factor económico, puesto que los estudios efectuados muestran que tenderá a hacerse más económico en el futuro si se implementa correctamente el plan de expansión.

Importadora Scharfstein S.A.C

RELOJERIA INDUSTRIAL



EQUIPOS

DE INTERCOMUNICACION

SAN FRANCISCO 10 - SANTIAGO

Teléfonos: 394280-394623-382848

UNA TECNOLOGIA TOTAL

Porque representa el TOTAL de avances tecnológicos logrados mundialmente en este campo.

Porque comprende la línea TOTAL de productos explosivos desarrollados hasta ahora para usos de tipo industrial.

Porque está respaldada por una TOTAL responsabilidad de fabricación, que garantiza la plena confiabilidad técnica de sus productos, su alta seguridad de uso y manejo, y su mayor rendimiento en las faenas de tronadura.

Porque proporciona un servicio TOTAL al usuario, que incluye asistencia técnica gratuita y carguío directo en las perforaciones, mediante modernos camiones bombeadores.

explosivos



DINAMITAS - INICIADORES Y ROMPEDORES A. P. D. - PENITRITA (P.E.T.N.)
TRONITAS (NITROCARBONITRATOS) - AQUAGELES A GRANEL (GRAN DIAMETRO)
AQUAGELES ENCARTUCHADOS (PEQUEÑO DIAMETRO)



EMPRESA NACIONAL DE EXPLOSIVOS S.A.

Representantes exclusivos de
Detonantes Nacionales S. A.

C A L.
CONTROLES AUTOMATICOS
LTDA.

Equipos Eléctricos de Mando
y Protección

PROYECTOS, DISEÑO Y
CONSTRUCCION DE
TABLEROS ELECTRICOS
DE DISTRIBUCION
PROTECCION Y CONTROL
E S P E C I A L I S T A S

★

PADRE ORELLANA 1261
FONO 561438
S A N T I A G O

1975 - VALFI - 1977

CECILIA OPPICI M.
I M P O R T A C I O N
D I S T R I B U C I O N
R E P R E S E N T A C I O N E S

★

VALVULAS GLOBO
VALVULAS DE BOLA
VALVULAS MARIPOSA
VALVULAS COMPUERTA
VALVULAS REDUCTORAS
VALVULAS SOLENOIDES
VALVULAS MOTORIZADAS
VALVULAS AUTOMATICAS
FITTINGS DE USO INDUSTRIAL
BRONCE — ACERO
ACEROS INOXIDABLES
OTROS STOCK
I M P O R T A C I O N D I R E C T A

★

SUAREZ MUJICA 282
FONO 748810 — CASILLA 2115
S A N T I A G O

HERNAN TELLERIA RAMIREZ

AGENTE GENERAL DE ADUANA

PLAZA JUSTICIA 45 — OF : 401 - 402 - 404
FONOS : 56379 - 7263
TELEX 30372 — CASILLA 1012
VALPARAISO

MOBIL DE CHILE:

TECNOLOGIA, SERVICIO Y PRODUCTOS DE CALIDAD

Todo sistema económico, sea éste de un país industrializado o de uno en vías de desarrollo, como el nuestro, implica agilidad, dinamismo, movimiento continuo. El papel que dentro de este contexto realiza el lubricante es de una trascendencia insospechada.

En Chile, por ejemplo, las complicadas maquinarias de las plantas de "El Teniente" que aportan gran parte del cobre, por años producto líder de nuestras exportaciones, así como las más importantes centrales hidroeléctricas de ENDESA, decisivas en la marcha de la industria nacional, prefieren grasas y aceites de reconocida calidad. De igual forma proceden empresas del volumen de la Compañía Sudamericana de Vapores, E.T.C. del Estado, CORFO-INSIA, etc., cuya gravitación en el rubro transportes es de todos conocida.

Todas ellas tienen en común su preferencia por los productos MOBIL, producido por una de las compañías más grandes del mundo y presente en la actualidad en más de un centenar de países. Los orígenes de esta Corporación se remontan al siglo pasado (1866); cuando Hiram Bond y Mathew P. Ewins descubrieron que era posible producir un lubricante de superior calidad destilando al vacío petróleo crudo. Una idea de su magnitud la proporcionan los siguientes antecedentes: Ocupa alrededor de 187.000 personas; en un día produce 375.000 barriles de petróleo crudo y gas natural, que es 4 veces el consumo de Chile en un año; más de un centenar de buques petroleros bajo sus órdenes —la mitad de los cuales son de su propiedad— son capaces de movilizar a través de los océanos —en conjunto— once millones de toneladas de crudo; posee o es copropietaria de un total de 39 refinerías, las que elaboran el producto de sus 16 mil pozos petrolíferos distribuidos en todo el globo. La pro-

ducción de MOBIL comprende más de cinco mil derivados del petróleo y químicos.

FILIAL EN CHILE

Hace justamente 18 años se estableció en nuestro país la sociedad MOBIL OIL DE CHILE LTDA. con la participación igualitaria de Mobil Investments S. A. de Panamá —filial de la corporación neoyorquina— y la Compañía de Petróleos de Chile S. A., pujante empresa chilena que es la más grande distribuidora de productos del petróleo de Chile.

Al poco tiempo, esta sociedad puso en operación la actual Planta Automática elaboradora de Aceites y Grasas Lubricantes de Las Salinas, en Viña del Mar. Esta planta, con una capacidad de almacenamiento de 10.000.000 de litros distribuidos en 14 estanques, recibe los aceites básicos importados que utiliza como materia prima, mediante una cañería submarina que se interna unos 300 metros en el mar, a la que acoplan sus bombas los buques estanques.

Sus modernas instalaciones constan de la Planta de Aceites Lubricantes, la Planta para producir grasas de alta calidad, Planta Reacondicionadora de envases —tambores de 200 litros—, Planta de Productos Asfálticos, aceites para transformadores, emulsiones de cera y productos especiales, y un Laboratorio, que por sus complejas instalaciones es uno de los más modernos de la zona, donde se efectúan los más completos análisis de sus productos.

La economía en divisas que esta Planta ha significado para el país durante sus 18 años de funcionamiento ha sido de enorme cuantía. Además, ha significado trabajo y remuneración para numerosos trabajadores.

Finalmente es digno de destacar el hecho de que la Sociedad Mobil Oil de Chile Ltda. constituye uno de los mejores ejemplos de inversiones de capital extranjero que se ha traducido en progreso para el desarrollo del país.

A partir de 1969, Copec (Compañía de Petróleos de Chile S. A.) no sólo se dedica a la tarea de distribución de los productos MOBIL, para lo cual cuenta con más de 400 instalaciones a lo largo de todo el territorio nacional sino que a través de su Departamento de Lubricantes, proporciona Servicio Técnico a los clientes. Este departamento está formado por expertos Ingenieros de Servicio, especializados en el extranjero y que con la experiencia propia de muchos años al servicio de la industria nacional otorgan garantía y seguridad al cliente.

¿Qué ofrece Mobil al público?

A juicio del Gerente General de Mobil Oil de Chile, don Drago Ljubetic, esta Compañía entrega a sus cada vez más numerosos usuarios una trilogía de inestimable valor. Ella está compuesta por: "una avanzada tecnología, un eficiente servicio y un producto de altísima calidad".

Tal afirmación, que puede parecer en primera instancia un mero "slogan" publicitario de apoyo a las ventas, tiene una sólida base conformada por la eficiente labor que desarrolla su personal técnico. Una de ellas es el Control de Producción.

CONTROL DE PRODUCCION

El Laboratorio, unidad eje de este control, tiene por finalidad asesorar a todo el proceso productivo a fin de que éste se mantenga dentro de la calidad especificada.

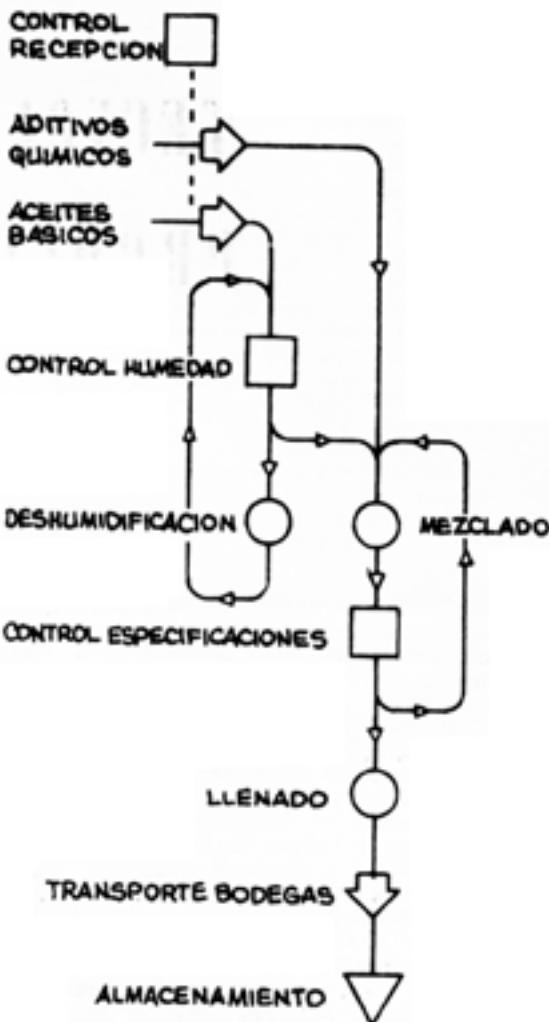
La Planta produce aceites lubricantes (mezclas y reacciones de aceites minerales puros con aditivos) y grasas lubricantes (constituidas a su vez por aceite lubricante, jabón y aditivos). Entrega, además, otros productos llamados "especiales" destinados a ciertos trabajos específicos (aceites de corte de metales, petrolatos, emulsiones de cera, etc.). de la industria.

La tarea del laboratorio se centraliza en la supervisión y control de calidad de las materias primas utilizadas; de los productos semielaborados; de los productos terminados e, incluso, de aquellos que se reciben por la vía de la importación.

Las pruebas de control aplicados a los productos semielaborados exigen exactitud y rapidez, pues conducen a una producción dentro de las características pre-especificadas. El producto terminado debe ser controlado para entregar al cliente lo que él requiere para su equipo o maquinaria. Estos controles son muy variados, pues dependen del producto que se trate: los controles físico-químicos más comunes son: viscosidades, puntos de congelación, de encendido e ignición, demulsibilidad, espumación, estabilidad térmica, número de neutralización, presencia de aniones y cationes inorgánicos, grupos funcionales orgánicos, etc. Para ello el Laboratorio Mobil cuenta con un completo equipo: desde un densímetro hasta espectrofotómetros IR, UV o AA.

En forma similar se procede, como se dijo, con los productos que no se fabrican localmente. No

ESQUEMA DE PRODUCCION ACEITES LUBRICANTES



obstante traer ellos un reporte de análisis con sus características técnicas, se ven obligados a pasar por el Laboratorio de Mobil.

"No importa de qué Planta procedan —expresa al respecto el Gerente Ljubetic—basta que lleven la marca Mobil para considerarlo como producido por nosotros: sus análisis son obligatorios para proteger precisamente esa marca, y con ello al cliente".

Sin embargo, el trabajo del Laboratorio no se limita a garantizar calidad de productos; sino que su labor se prolonga mucho más allá, llegando hasta la misma maquinaria del usuario, a través de los análisis que efectúa a las muestras usadas, obtenidas por el Servicio Técnico de

Copco. Es así como el personal técnico de las industrias usuarias de estos productos cuentan con una herramienta de apoyo de incalculable valor en la toma de decisiones, como ser, costos, mantenimiento, horas de lucro cesante, etc. Fundamentalmente el Servicio Técnico proporciona dos grandes beneficios: una lubricación lo más económica posible y una protección contra daños irreparables o reparaciones prematuras y costosas de los equipos. Estos dos elementos, aparentemente contradictorios, se conjugan como consecuencia de una rápida, correcta y precisa interpretación de complicados análisis de Laboratorio de muestras obtenidas del cliente. Así es posible, por un lado, determinar el período óptimo de utilidad de un lubricante sin comprometer el correcto funcionamiento del equipo y programarle una eficiente mantención preventiva. Es posible también detectar con anticipación las fallas en las partes constituyentes de los equipos y corregirlas con antelación, evitando paralizaciones o deterioros irreversibles de éstos. Finalmente, el cliente puede recibir sugerencias técnicas e indicaciones prácticas para prolongar la vida útil de un lubricante; por ejemplo, centrifugación o filtración de éste, variación de los parámetros operacionales, etc.

Así, el Servicio Técnico, por constituir "un importante medio de comunicación con terceros, a la vez que refleja la verdadera imagen de Mobil y Copco, tiene dentro de esta Compañía una importancia primordial.

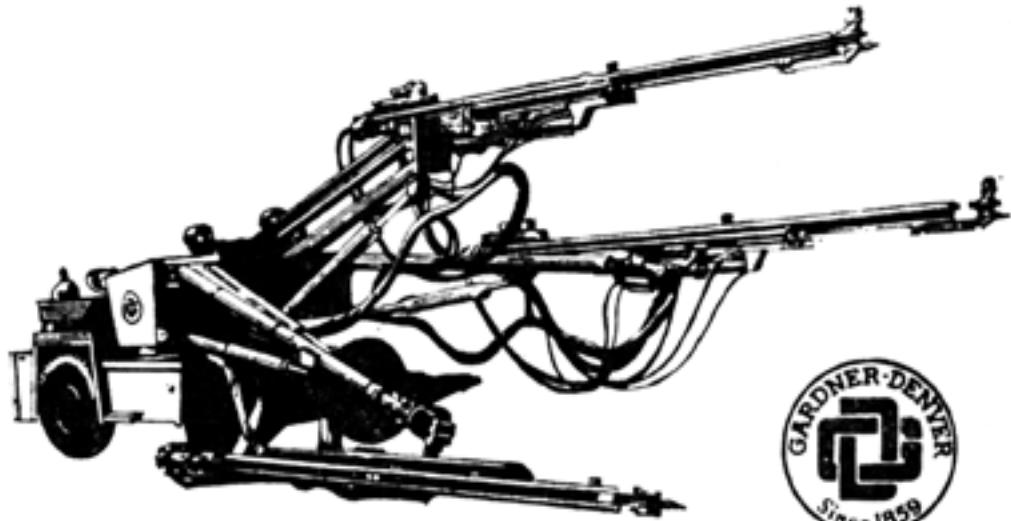
INVESTIGACION Y DESARROLLO

Alrededor de 1.500 técnicos altamente especializados de Mobil Oil Corporation se dedican a diario a las nunca descuidadas labores de investigación. Su meta es desarrollar la más alta tecnología en el vasto campo petrolero. Los laboratorios para estas investigaciones se ubican tanto dentro de los Estados Unidos como en Inglaterra, Alemania, Francia, Italia y Japón.

En el caso de la Planta establecida en Chile, el Departamento Técnico de Mobil New York la asesora al más alto nivel en el desarrollo de productos nuevos o en la obtención de fórmulas de alternativas a productos standard. Sin embargo, muchas veces se hace necesario desarrollar estos últimos a nivel local por una multiplicidad de razones de orden técnico-práctico. Las áreas en que en este aspecto se puede avanzar son numerosas y muy variadas. Ello constituye un desafío permanente para el técnico de Mobil, cuya imaginación, creatividad y conocimientos, están siempre alertas para acelerar cuanto sea posible los motores que mueven el desarrollo económico mundial. Por eso, el ingeniero, el técnico, el supervisor en la industria, minería, transporte, etc., al ponerse en contacto con el Servicio Técnico Mobil-Copco, encontrará no sólo el producto adecuado a sus necesidades sino que además una segura ayuda a la solución de los problemas inherentes a plantas y equipos.

EQUIPOS PARA MINERIA, PETROLEO E INDUSTRIA Representantes Exclusivos para Chile **MAURICIO HOCHSCHILD S.A.I.C.**

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



GARDNER-DENVER



NOTAS BREVES

DONACION DE RECSA

Una importante donación de material refractario y aislante hizo al Departamento de Metalurgia la industria REFRACTARIOS CHILENOS S. A. Ese material será utilizado en la construcción de un horno rotatorio tipo LINDER, que permitirá llevar a cabo una serie de experimentos programados dentro del proyecto de investigación sobre reacciones gas-sólido que conduce el profesor Ingeniero Rodolfo Reyes G.

Cabe destacar que ésta es una de varias donaciones que ha ofrecido RECSA a nuestro Departamento, en un noble afán de colaboración con la enseñanza superior.

SEMANA METALURGICA U. T. F. S. M.

Con gran éxito se llevó a cabo la "Semana Metalúrgica" en la Universidad Técnica Federico Santa María. El evento, que se realizó durante la semana del 18 al 24 de abril, comprendió una serie de charlas de difusión y extensión de la Especialidad, películas técnicas, visitas a los laboratorios y una exposición de las principales técnicas y equipos e instrumental que se utilizan en la enseñanza de la Ingeniería Metalúrgica. Durante dichas actividades el Departamento de Metalurgia de esa Universidad recibió la visita de decenas de estudiantes de los últimos cursos de la enseñanza secundaria, quienes se impusieron de lo que significa la Ingeniería Metalúrgica y qué pueden esperar de ella como profesión.

Nuestras felicitaciones a los colegas de la USM por la excelente organización desplegada.

NUEVOS EQUIPOS DE LABORATORIO

Un importante aporte de equipos de laboratorio para procesamiento de minerales hizo a la U. T. E. la firma alemana Humboldt Wedag. El anuncio lo dio a conocer el Vicepresidente de esa empresa, señor Horst Weigel, luego de realizar una visita al Departamento de Metalurgia, invitado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad. En esa oportunidad Weigel tomó con-

tacto con los investigadores del Área de Metalurgia Extractiva, imponiéndose así de los proyectos de investigación que se llevan a cabo.

La donación, por un valor de DM 23.326, consiste en una trituradora para finos, un banco a rodillos para tambores de molienda, una máquina tamizadora de ensayo, una máquina de flotación 1-6 litros, un divisor de pruebas para finos y otro para gruesos. Los equipos, que llegarán en los próximos días a Valparaíso a bordo del mercante alemán "Schawabenstein", serán destinados a reforzar el laboratorio de procesamiento de minerales de nuestro Departamento.

PROFESORES BECADOS

Con el patrocinio de la U. T. E. se dirigió a Brasil el profesor señor René Bustamante M., con el propósito de proseguir estudios de graduados conducentes a la obtención del Máster en Metalurgia.

El señor Bustamante realizará sus estudios en el campo de la reducción directa de minerales de hierro, bajo la tutela de la Coordinación de Programas de Post-Grado en Ingeniería (COPPE), organismo dependiente de la Universidad Federal de Río de Janeiro.

Por otra parte, el profesor señor Rodolfo Mannheim C., fue agraciado con una beca del Servicio Alemán de Intercambio Universitario (DAAD) para realizar estudios de doctorado en Metalurgia. El señor Mannheim, quien cuenta además con el patrocinio de la U. T. E., llevará a cabo sus estudios sobre solidificación en colada continua, bajo la supervisión del especialista alemán Dr. Ingeniero Wielheim Reif, en la Universidad Técnica de Berlín.

REVISTA CONTRIBUCIONES

Sé publicó recientemente la edición N° 23 de la revista CONTRIBUCIONES Científicas y Tecnológicas, órgano oficial de la Dirección de Investigaciones de la U. T. E., que da a conocer los trabajos originales realizados por los investigado-

res del plantel. En su última edición correspondiente al área Metalúrgica, CONTRIBUCIONES destaca los siguientes artículos: Tostación Oxidante de Concentrados de Zinc Empleando Salitre Sódico Líquido como Reactivo Pirometalúrgico, Termo-dinámica a Altas Temperaturas en los Sistemas Binarios de Cobre con los no Metálicos, La Estructura Cristalina de Compuestos tipo Enargita y Farnatinita, y Fragilidad de Revenido.

VISITA DE EJECUTIVOS DE EL TENIENTE

Con miras a estrechar los vínculos que el De-

partamento de Metalurgia mantiene con sus egresados que actualmente se desempeñan en la División EL TENIENTE de CODELCO, realizaron una visita a nuestro Plantel el Jefe de la División Ingeniería Metalúrgica, del Departamento Concentrador, Ingeniero Gabriel Ramírez S. y el Ingeniero Metalurgista del mismo Departamento, señor Fernando Cañas P. En esa oportunidad hicieron además una donación consistente en un tambor de concentrado de cobre, material que será utilizado en investigaciones sobre cinética de formación de ferritas de cobre y producción de polvos de cobre de calidad pulvimetálgica.

CERTIFICADOS A TRABAJADORES DE ELECMETAL

En breve acto realizado en el salón de honor de la Universidad, la Facultad de Ingeniería hizo entrega de certificados a diecisiete trabajadores de la industria ELECMETAL, por su participación en el curso sobre "Moldeo y Arenas de Fundición" dictado por el profesor señor Juan Pinto C.



El acto fue presidido por el vicerrector académico del Plantel Universitario, Dr. Ramón Hernández P. y contó con la presencia del subgerente de operaciones de esa Empresa, señor Edmundo Searle A. y el jefe de personal, señor Raúl Briones N.

Agradeció en representación de los trabajadores, el señor Héctor Zamora P., quien además hizo entrega de un botiquín para ser utilizado en el taller de Fundición.

ENCUENTRO DE INGENIERIA DE MINAS

Durante los días 11 y 12 de abril se llevó a cabo el Primer Encuentro de Ingeniería de Minas, en la Sede Copiapó de la Universidad Técnica del Estado. Dicho evento se enmarcó en la celebración del centésimo vigésimo aniversario de la Escuela de Minas de Copiapó y su realización contó con la presencia de altas autoridades Universitarias y de Gobierno, así como también con la participación de destacados especialistas del sector minero-metalúrgico.

El desarrollo del Encuentro se llevó a cabo a través de las comisiones de Minería y Mineralogía y Metalurgia, destacándose trabajos como "Proyecto Punta del Cobre", "El Rol de los Refractarios en la Pirometalurgia del Cobre" y "Antecedentes Históricos y Avances Tecnológicos en la Concentrador de El Salvador". El Departamento de Metalurgia participó en el Encuentro a través de sus profesores Dr. Nelson Santander, Ingeniero Rodolfo Reyes y Dr. Jorge Garín, quienes expusieron trabajos de su especialidad.

En forma especial destacó la colaboración prestada por los estudiantes y el gran interés mostrado durante la exposición de los temas técnicos.

ARQUEOLOGIA Y METALURGIA

Con una conferencia sobre "Aplicación de la Metalografía al estudio de piezas de interés arqueológico" puso término a su estada en nuestro plantel el Profesor Heraldo Biloni, especialista de la Comisión de Energía Atómica de Argentina y jefe del Proyecto Multinacional de Metalurgia de la O. E. A. El ingeniero Biloni permaneció por un mes y medio como profesor visitante realizando investigaciones dentro del Proyecto de Solidificación que el Departamento de Metalurgia lleva a cabo con el financiamiento de la O. E. A.

Durante su exposición, el Profesor Biloni se refirió a las experiencias realizadas por un grupo de investigadores, quienes emplearon técnicas metalográficas para dilucidar la tecnología utilizada en la confección de un colgante ornamental de cobre nativo, fundido hace aproximadamente 1.200 años y descubierto en 1900 en el noreste argentino, en la provincia de Catamarca.

La pieza fue tallada y fundida por el método de la cera perdida. Análisis químico realizado por medio de microsonda laser evidenció la presencia de cobre (95%) y en menores cantidades estaño, hierro, níquel, antimónio, arsénico, bismuto, plata y silicio. La estructura de la pieza corresponde a una fundición sometida a forjado en caliente y pulido con abrasivos.

En sus conclusiones expresó el expositor que los conocimientos arqueológicos en el continente son sólidos en el campo de las cerámicas, pero débiles en lo que respecta a metales, "por lo que resulta interesante que arqueólogos y metalurgistas trabajemos unidos descifrando las técnicas que usaron las distintas culturas para trabajar el metal".



SOCIEDAD MADERERA

TEJAS LTDA.

FORESTACION
MANEJO ASERRADEROS
METRO RUMA
COMPRA DE BOSQUES EN PIE

RENGO 423 - OF. 24 - FONO 23557
CONCEPCION

FERRETERIA "MARSAN"

LA FERRETERIA QUE SABE MAS
DE GAS

ECUATORIA 716
PUNTA ARENAS

OPTICA 
Benöhr

30 AÑOS
AL SERVICIO DE SUS OJOS
O'Higgins 539 — Fono 25295
Casilla 2222
CONCEPCION

LIBRERIA "COLON"

VICENTE BORIC CRNOSIJA
UNA CASA AL SERVICIO DEL
ESTUDIANTE

CHILOE 1055 - FONO 23359
PUNTA ARENAS

METALOGRAMA

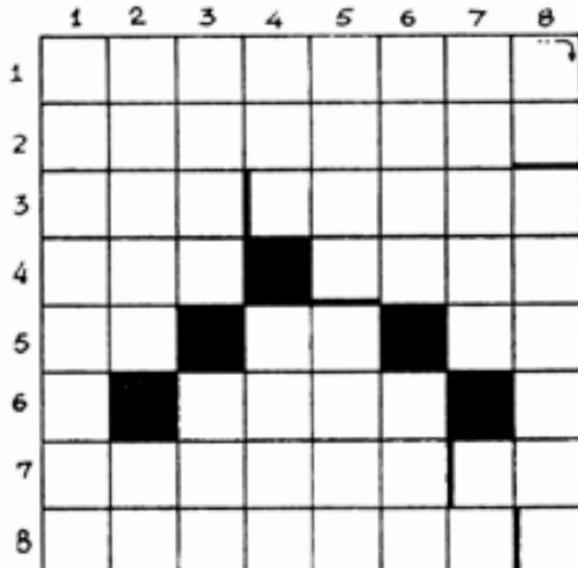
por James del Peloponeso

HORIZONTALES

- 1.— Mineral chileno de cobre
- 2.— Oxido de hierro
- 3.— Terminación de hidrocarburos. Señora de casa (inv.)
- 4.— Santa (inv.). Pueblo filipino
- 5.— Apócope de papel. Artículo. Arturo Rey
- 6.— ✓—1. Sacrificio. Conjunción
- 7.— Metal blanco y brillante. Metal
- 8.— Juicioso rey minero. M-C.

VERTICALES

- 1.— Moverías los brazos
- 2.— Río español, de importancia metalúrgica. Media zaga
- 3.— Profeta. Unidad de masa
- 4.— Jerga delictual. Mezclo
- 5.— Metal aimará. Inspiración (inv.)
- 6.— Fosforee. Vocales del ancestro
- 7.— Rio. En medio de pana
- 8.— Especie de algarrobo.



Las respuestas pueden ser enviadas al Departamento de Metalurgia, Casilla 10233 - Santiago.

Se sortearán premios sorpresas entre las soluciones acertadas.

Solución al METALOGRAMA anterior.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	M	E	T	A	L	U	R	G	I	A
2	I	S	O	C	O	R	O	T	N	T
3	N	O	R	A	N	D	A	A	V	I
4	E	T	I	N	A	I	S	S	A	L
5	R	E	N	T	A	R	T	O	R	O
6	A	R	O	I	N	S	A	N	A	I
7	L	I	E	T	S	A	B	O	R	P
8	E	C	U	A	C	I	O	N	D	E
9	S	O	P	L	A	D	U	R	A	S

INSTITUTO "SAN CRISTOBAL"
ENSEÑANZA DE AUTOMOVILISMO
Por el interés de la Seguridad Pública

FRANCISCO SOMMER M.
ENSEÑANZA DE AUTOMOVILISMO MODERNO
SANTIAGO — MAC IVER 728
FONO 394058

Imprenta y Librería "CHILE"

ARTICULOS IMPORTADOS
PARA ESTUDIANTES, OFICINISTAS
Y PROFESIONALES

BORIES 557 - CASILLA 432 - FONO 21308
PUNTA ARENAS

Agencia Ediciones Alemanas

SCHLOER Y STARKE LTDA.

LITERATURA EN GENERAL

Libros Técnicos Best Sellers de
Literatura Universal Utiles Escolares
Textos de Estudio

GALERIA ADAUY — LOCAL 14
(Entrada por A. Pinto o Freire)
CASILLA 815 - TELEFONO 28466
CONCEPCION

FUNDICION COQUIMBO LTDA.

EUSTAQIO PEÑA E HIJOS LTDA.

INDUSTRIA DE FUNDICION
Y MAESTRANZA

FUNDICION DE FIERRO FUNDIDO - BRONCE
ALUMINIOS Y METALES MECANICA
Y MAESTRANZA

CONTAMOS CON MODERNOS EQUIPOS
DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA
FABRICACION DE TRAPICHES

OFICINAS Y TALLERES:

MIRAFLORES 690 - FONO 446
CASILLA 266 - COQUIMBO

MIGUEL MARITANO

INDUSTRIAS DE JABONES S. A.

AVENIDA J. A. RIOS 801

TALCAHUANO

Establecimiento

"CHELINO" S. A. C. I.

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

COMERCIAL VIDAL CIA. LTD. A.

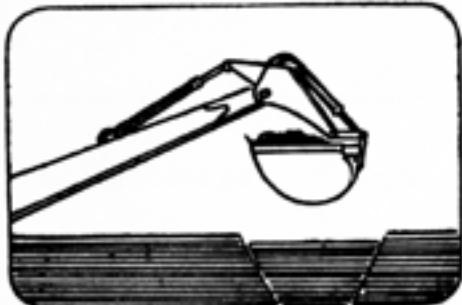
ROCA 865 CASILLA 840
PUNTA ARENAS — CHILE
HUERFANOS 979 OF. 519
SANTIAGO — CHILE
TELEFONOS:
P. ARENAS 21049
SANTIAGO 724273

DEPOSITOS:

ARROW SEDAMAR — JOHNSON'S CLOTHES
CRISTIAN DIOR — PIERRE CADIN — KORTINAS ARGENTINAS
TOALLAS IMPORTADAS — Mc GREGOR
SU UNIVERSIDAD TIENE CONVENIO A 4 Y 6 MESES PLAZO

Visítenos en:

ORELLANA 759 — ANTOFAGASTA



EMTI

SOCIEDAD LIMITADA

MOVIMIENTO DE TIERRAS E INGENIERIA
AGRICOLA
SANTIAGO — RENGO — TALCA — PARRAL

SANTIAGO :
Bilbao 4292 Dpto. 116 Fono 288459

TALCA :
Av. San Miguel s/n - Cas. 743 Fono 33999

PARRAL :
Libertad N° 355 - Fono 152

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

Mercería "Briceño"

Jorge Briceño Díaz

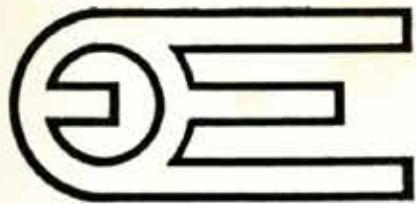
★

ANCUD 5445
TELEFONO 24114
ANTOFAGASTA

Ferretería "EL AGUILA"

CONDELL 2505
FONOS 22413 y 22113
CASILLA 640
ANTOFAGASTA

**IMPRENTA EDITORIAL "TEUNOIMPRES"
LORD COCHRANE 1133 — FONO 567345
SANTIAGO**



**ELECTROTECNICA
ELECTRA S. A.**

PRIMEROS EN EQUIPOS
Y MATERIALES ELECTRICOS

- MATERIALES AISLANTES
- CONTROLES AUTOMATICOS
- ILUMINACION EN GENERAL



CONECTORES TERMINALES

HERRAMIENTAS

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

¡CONSULTENOS!

MORANDE 741

FONOS: 715516-721220

SAN PABLO 1205 FONO 68867

Estacionamiento Bodega

y Adquisiciones: SAN PABLO 1260

TELEX 40791

SUCURSALES EN:

CONCEPCION Y VALPARAISO



PRODINSA

FABRICANTES DE:

- CABLES DE ACERO Y ESTROBOS
- ASOCIADA A BRITISH ROPES LTDA.
- PRODUCTOS DE LA MAS ALTA CALIDAD INTERNACIONAL APROBADA POR EL AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
- ASESORIA TECNICA Y LABORATORIO PROPIO DE PRUEBAS

REPRESENTANTES PARA CHILE DE:

  **worldwide**

AEROQUIP MEXICANA S.A.



- MANGUERAS
- CONEXIONES
- ADAPTADORES
- COPILES

**STOCK PERMANENTE
EN NUESTRAS
BODEGAS**

Camino El Milagro 455

(Camino Melipilla altura 13150)

Casilla 2034 – Fono 571261

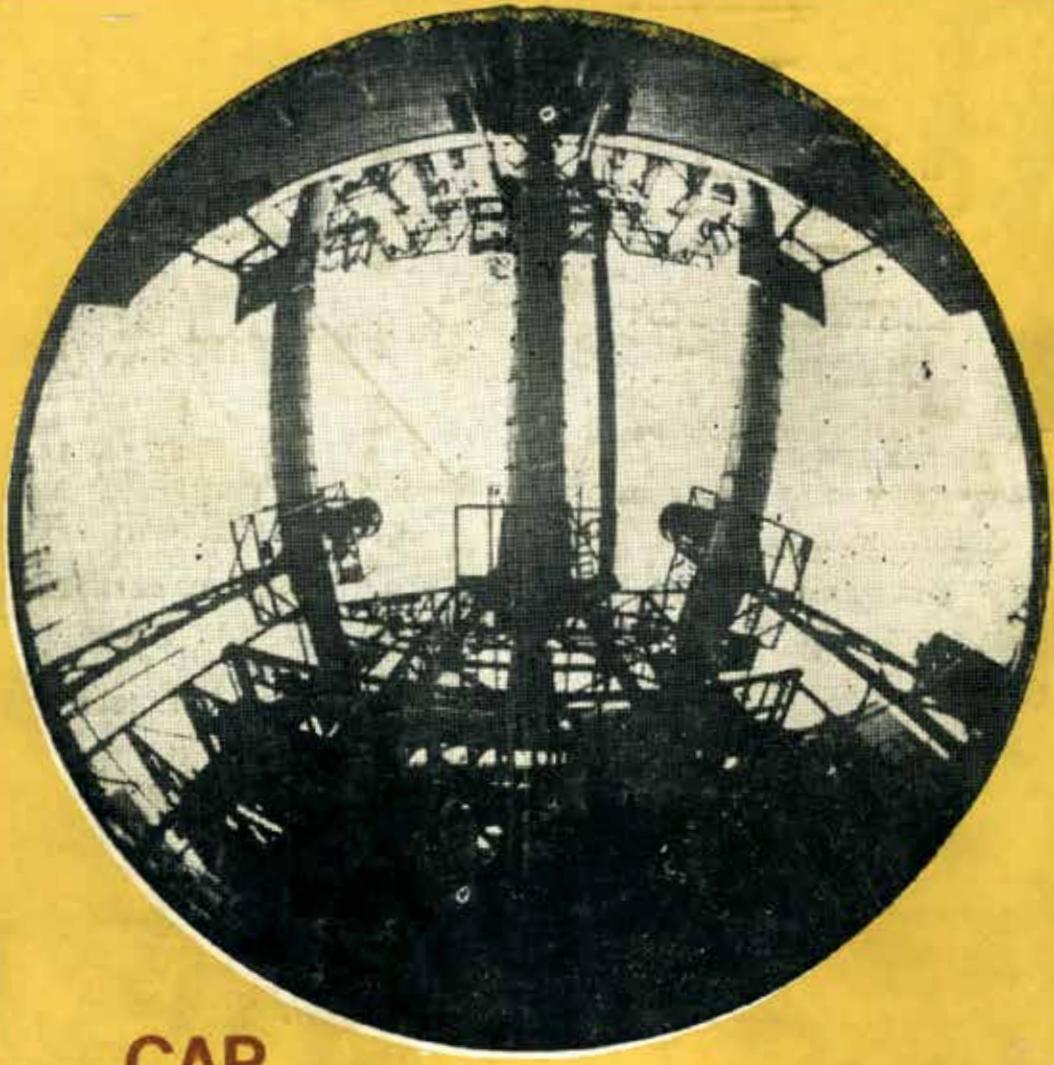
Cables "PRODIN" – Telex SGO 357

SUCURSALES EN IQUIQUE:

Calle Serrano 852

Casilla 230 – Fono 23016

Zona Franca – Of. 42



CAP, FACTOR DE DESARROLLO EN LA MINERIA DEL HIERRO

...Porque ha movilizado más de 10.000
técnicos, ingenieros, analistas y obreros especializados...

...porque ha debido implementar complejas
instalaciones para la extracción y procesamiento del mineral de hierro...

...porque permanentemente se ha preocupado
de mejorar las condiciones sociales de sus obreros y empleados...

...porque con proyectos como el del Valle del Huasco y su
Planta de Pellets, con un costo superior a US\$ 250.000.000.-, CAP es uno de los ejes del
desarrollo económico regional y nacional.

CAP, GRACIAS A TODA SU GENTE,
ESTA IMPULSANDO EL DESARROLLO DE LA MINERIA DEL HIERRO.

cap

COMPANIA DE ACERO DEL PACIFICO S.A.