



# INGENIERIA UNIVERSIDAD DE ATACAMA

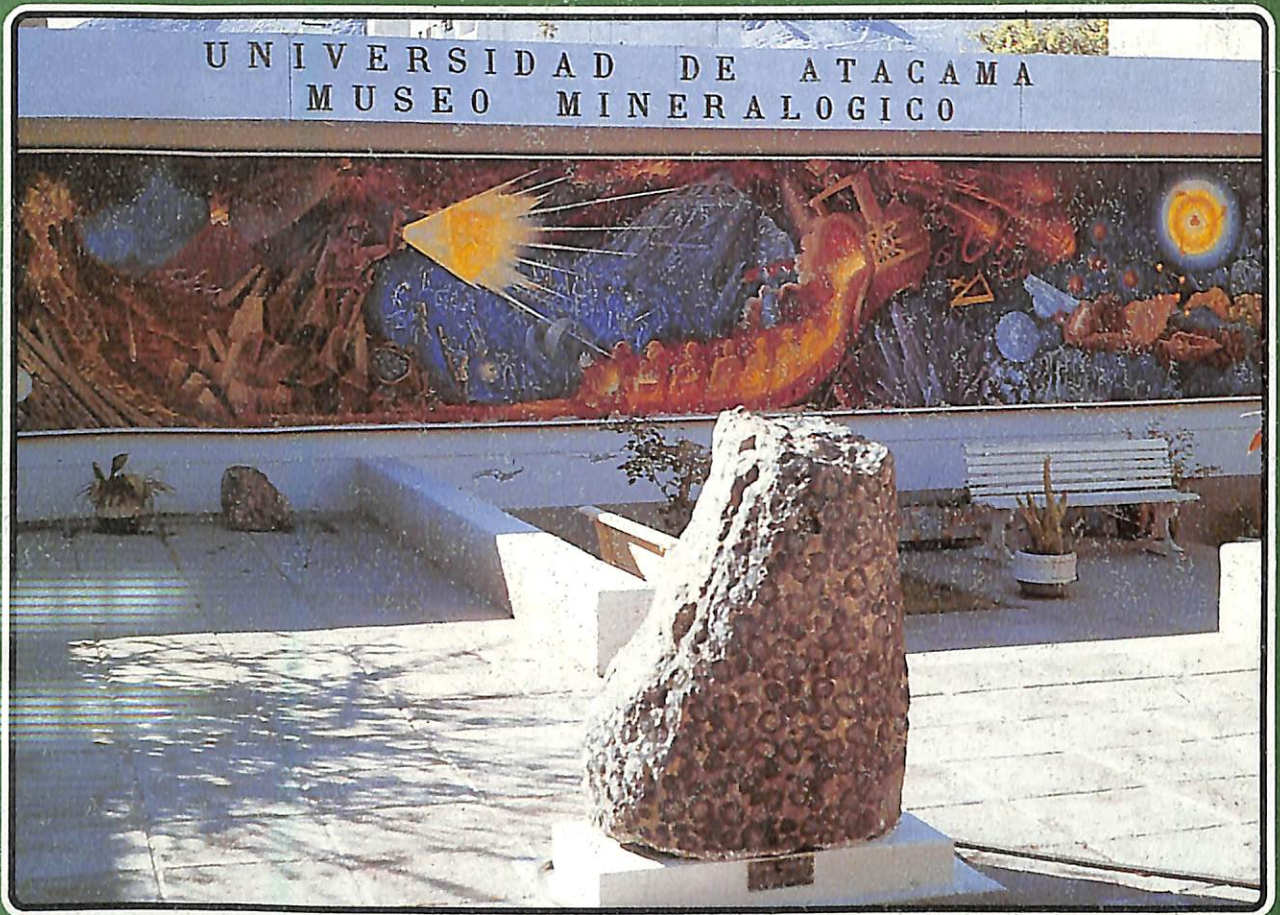


AÑO IV - V

DICIEMBRE 1990

Nº 4-5

ISSN 0716-3711



**DESDE 1857 EN LA ENSEÑANZA MINERA DE CHILE  
EN SU 133º ANIVERSARIO**

**REVISTA INFORMATIVA**

**COPIAPO - CHILE**

**INGENIERIA UNIVERSIDAD DE ATACAMA**  
**REVISTA INFORMATIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

CASILLA 240 - COPIAPO

AÑO IV - V

DICIEMBRE 1990

Nº 4-5

**DIRECTOR:**

Mario Meza M.

Decano

**DIRECTOR REEMPLAZANTE:**

Juan E. Díaz

**COMITE EDITORIAL:**

Mario Meza

Germán Cáceres A.

Juan E. Díaz V.

Enrique Santibáñez C.

Oscar Rivera P.

David Elal O.

Timur Padilla B.

Decano

Director Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

Secretario Académico, Facultad de Ingeniería

Director de Departamento Ingeniería de Minas.

Director de Departamento de Ingeniería en Metalúrgica.

Director de Departamento de Ciencias Básicas.

Director Escuela de Tecnologías.

**PERIODISTA EDITOR:**

Osman Cortés A.

**DISEÑO Y ARTE:**

Rolando Vega B.

Hugo Olmos N.

José Palacios G.

Eduardo Díaz V.

Nelson Sills A.

**SECRETARIAS:**

Nuri Díaz I.

Edith Cortés C.

Laura Toledo S.

Patricia Arán N.

Janette Moretta V.

Roxana Rojas L.

Elizabeth Astudillo H.

Graciela Pinto L.

**FOTOGRAFIAS:**

- Tussel Caballero I.

- Archivo Revista

- Panorama UDA

**EDITOR:**

Ediciones Académicas y Técnicas Ltda.

**PRODUCCION:**

ETEL Ltda.



**PORTADA:**  
Museo Mineralógico de  
la Universidad de Atacama.

**CONTRAPORTADA:**  
Plaza de Copiapó fundada  
en 1744. Se muestra la Pileta  
y la Estatua de mármol de  
carrara que se identifica con  
la Minería la que fué  
levantada en 1872.



## UNIVERSIDAD EN LOS CAMBIOS

Las Universidades adquirieron dinámicas propias desde que los cambios en la sociedad les han señalado que la adecuación a normas nuevas es el mayor crédito que se puede obtener en el destino tan complejo de la educación universitaria, tan vapuleada, tan criticada y tan necesaria en nuestras naciones en desarrollo donde se necesitan de profesionales capacitados y aptos para enfrentar los desafíos del desarrollo.

Desde su enclaustramiento inicial hasta su apertura a fines de la década del sesenta, la universidad chilena ha pasado por varias etapas, conflictivas muchas de ellas, pero que le han aportado con su carga de sabiduría y acercamiento a la comunidad de donde nunca debió separarse.

La reforma universitaria de los años sesenta fue un llamado de atención hacia la dirección que debían tener las casas de estudios superiores. De allí a nuestros tiempos, con todo el período reciente en fase terminal, la universidad debe retomar nuevamente su esencia buscando siempre el pensamiento más elevado, la investigación más precisa, la docencia más plena y la comunicación más permanente que la llevará otra vez a satisfacer las necesidades de una comunidad que precisa en forma urgente de nuevas estructuras adecuadas a las actuales contingencias que son distintas a las que se mantuvieron por bastante tiempo en nuestra nación.

La investigación conectada con lo que la empresa regional necesita será una vertiente de soluciones para problemas que se van presentando en la cada vez más compleja actividad productiva.

La empresa debe exigir de su universidad la puesta a su servicio de sus laboratorios y cerebros, con la debida retribución en el desarrollo integral de toda la comunidad universitaria. Esta exigencia debe estar reglamentada para que no se tenga que estar bajo la indicación unilateral de intereses parciales que no son las que la universidad necesita.

Con ello los destinos inmensos de la universidad estarían protegidos de contingencias grupales que solamente consiguen entorpecer y perjudicar lo que se está efectuando en beneficio de todos.

La máxima acuñada por los pensadores que se han dedicado a investigar los destinos de la educación superior tiene relación directa con un buen servicio a los intereses del país y de la región en la cual está inserta.

La propuesta universitaria no debe hacerse esperar, para ponerla a consideración de los ciudadanos, quienes entregarán sus respuestas y exigencias propias. En esa unión de comunidad y universidad surgirá el desarrollo efectivo que todos necesitamos.

Los nuevos gobernantes están planteando políticas mineras de plena ayuda hacia la pequeña y mediana minería, pues es allí, donde nuestra casa de estudios debe realizar su tarea para que todos sientan que el presente es cimentado en unidad y el futuro elaborado sobre bases estables y dialogantes.

Vamos a conformar una nueva universidad, con el rescate de lo mejor del pasado, con un reestudio del presente y con una proyección futura que nos llevará hacia mejores desarrollos en la que la empresa privada, la investigación universitaria, la docencia, la extensión, los intereses de los mineros y de la comunidad en general, formarán el motor verdadero que los nuevos tiempos requieren.

Debemos extrapolarlos y ver la gran universidad del futuro sobre la base de lo que tenemos hoy. Será la única forma de obtener frutos que se verán en el tiempo y dejarnos de lamentar sobre lo que no se es, para entusiasmarlos con lo que debe ser nuestra universidad al servicio de todos los que creen en nuestra región, en su futuro, en su desarrollo y en la actividad mancomunada de gestación de recursos por parte del Estado y del sector privado.

El nuevo pensamiento nos lleva hacia la integración de conceptos que hasta hace un tiempo eran opuestos. Nadie puede negar que la década del noventa será distinta a la del ochenta y éstos últimos veinte años muy diferentes a los anteriores.

Por ello, trabajar hacia el siglo XXI es una responsabilidad de todos. Esa es nuestra tarea. Difícil y hermosa, complicada y atrayente, problemática y honesta. Vamos pensando en la universidad en los cambios para que las futuras generaciones nos recuerden con respeto.

• EDITORIAL 1

## TEMAS HISTORICOS

- El camino del Inca, su correo e importancia en la Tercera Región. 3  
*Ana María Moglia Picart., Académico.*
- Esteban Morales Saavedra: Un egresado de 1919 que trabajó en las salitreras y evoca su vida. 9  
*Abel Manríquez Machuca, Periodista.*
- El Informe inconcluso. Inca de Oro 1936 15  
*Hernán Quezada Liberona, Académico.*
- Antecedentes Históricos del 1er Ferrocarril de Sudamérica, Caldera-Copiapó 18  
*Vicente Rodríguez B., Académico.*

## TEMAS UNIVERSITARIOS

- Lineamientos para una Política de Educación Superior, Ricardo Lagos Escobar, Ministro de Educación 19
- Organización del Empresariado Regional (CORPRUDA) 25  
*Mario Maturana Claro, Rector.*

## DESARROLLO DE INGENIERIA

- Predicción de caída de Presión en el transporte de suspensiones sólido-líquido. 28  
*Rolando Vega - Arturo Christiansen - Waldo Núñez y Miguel Chamorro., Académicos.*

## CONTRIBUCIONES CIENTIFICAS

- Ligandos macrocíclicos y sus reacciones de complejamiento con iones metálicos. 40  
*René Maurelia, Académico.*
- Algunos conceptos de uso frecuente en el análisis estadístico multivariado. 44  
*Milton Cortés A. - Guillermo Moncada O., Académicos.*

## AVANCES EN MINERIA

- Investigación Científica y Tecnológica en Chile, Corporación - Universidad - Empresa 49  
*Andrés Zauschquevich K., Ingeniero.*
- La U. de Atacama y la seguridad minera regional. 55  
*Aliro Alfaro A., Experto en prevención de riesgos.*

- Las 5 medidas de Juan Hamilton 59

## EDUCACION Y EXPRESION

- La computación aplicada al entrenamiento de personal. 63  
*Juan Iglesias Díaz, Decano Facultad Humanidades y Educación.*
- Las Diez Carreras de Ingeniería con más demanda en U.S.A. para la década 1990. 71  
*Mario Meza, Decano Facultad de Ingeniería*
- La matemática y la literatura 74  
*Eliseo Martínez H., Académico.*
- Panorama de la enseñanza de la física en la Tercera Región. 76  
*Mario Ibarra M., Académico.*

## NOTICIAS

- Conformen Junta Directiva
- Adolescencia y educación media en el norte 78
- Elecciones para terna de Rector
- Universidad en provincia de Huasco
- Directiva de Asociación de no Académicos 79
- Universidad en la integración
- Educación Tecnológica
- Historia de la minería del siglo XIX 80
- Curso de expertos en prevención de riesgos en minería
- Salinidad de la tierra 81
- Organización de Académicos
- Federación de Estudiantes 82

# EL CAMINO DEL INCA, SU CORREO E IMPORTANCIA EN LA TERCERA REGION

**ANA MARIA MOGLIA PICART**  
Profesora de Historia y Geografía  
y Educación Cívica. Universidad de Chile  
Orientadora Educacional. Universidad de Atacama.  
Magíster en Educación.

## 1.- ORIGEN DE LOS INCAS:

Hacia el año 1200 D.C. entre los crispados picachos Andinos del Perú meridional, una tribu fundaba el Cuzco, cimiento del más grande imperio de América del Sur.

Los Incas, formaban un conjunto de tribus y clanes de lengua quichua que vivían en las mesetas andinas. Su capital era la ciudad del Cuzco, residencia del Inca, nombre que se daba indistintamente a las tribus como a su soberano.

Los Incas fueron en un comienzo, sólo los jefes de un clan del pueblo de los Quichuas.

Según la leyenda fueron civilizados por dos personajes llegados desde el lago Titicaca. Manco Capac y Mama Oclo, hijos del sol. De esta pareja descendieron los incas soberanos que en sucesivas generaciones fueron conquistando países y formando un vasto imperio que se extendía desde el Sur de Colombia hasta el río Maule comprendiendo los países que hoy forman Ecuador, Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y Chile hasta el río Maule.

## 2. ORGANIZACION DEL IMPERIO

Los Incas ejercieron un efectivo control sobre sus vastos dominios debido a su energía, tacto, capacidad organizadora, así como al carácter benigno de la conquista por lo que ordinariamente encontraban poca re-

sistencia (1) ya que si bien es cierto los monarcas tomaban todas las precauciones inimaginables para aislar a las tribus que pretendían reducir y si cuando era necesario sabían somerterlos por la fuerza desplegando un poder militar sólido y bien organizado, trataban a los vencidos con la más generosa humanidad.

Los soldados del inca no cometían muertes, ni robos, ni ultrajes de ninguna naturaleza. La obediencia pasiva y absoluta que constituía la base fundamental de la organización del imperio aseguraba el feliz cumplimiento de las órdenes del soberano. Hacían en el territorio conquistado lo que acostumbraban a hacer en el Perú, esto es sacaban canales de los ríos, cultivaban los campos, no sólo para subvenir a sus necesidades, sino también para contribuir por su parte el sostenimiento imperial, construían carreteras y levantaban puentes cuya mantención estaba al cuidado de una selecta burocracia. Caravanas de mensajeros, comerciantes y oficiales recorrían los empedrados **caminos del inca**, ruta segura para el transporte de tributos exigidos por el estado y despacho de correspondencia.

En las provincias en que eran escasos los víveres, el inca mandaba distribuirlos a sus pobladores y además les repartían llamas para que cuidasen de la propagación de estos útiles animales a fin de que tuvieran lana para sus vestidos.

Reducida una región sus soldados construían en los lugares convenientes, de ordinario, a poca altura una fortaleza en que debía establecerse la guarnición

(1) Barros Arana, Diego; "Historia General de Chile". Tomo I

encargada de mantenerla sujeta. Para conseguir este resultado el inca sacaba también una parte de la población de la provincia sometida y la transportaba a otra región de su vasto imperio. Los indios así tratados, es decir trasladados, se llamaban mitimaes (2). Al abandonar sus tierras y aún al verse sometidos a ciertos trabajos de utilidad pública no tenían que sufrir el maltrato de sus vencedores. Lejos de eso se les daba tierras para que las cultivaran, casas para sus habitaciones y se les sometía a un régimen suave y patriarcal.

Se comprende que un sistema de esta clase podía aplicarse a la conquista de tribus aisladas y poco numerosas como las que habitaban el norte de Chile, pero cuando los incas llevaron sus armas más al sur se encontraron con una población más compacta y mucho más considerable, hallaron una resistencia tan firme y sostenida que sus armas ordinariamente vencidos no pudieron afianzar la conquista (3).

Para administrar mejor el imperio los reyes incas lo dividieron en cuatro partes, que llamaron Tauantinsuyo (4) que quiere decir las cuatro partes del mundo conforme a las cuatro partes principales del cielo: Oriente, Poniente, Septentrion y Medio día.

El punto de referencia fue la ciudad del Cuzco. A la parte Este llamaron Antisuyo por la provincia de Anti; al Norte llamaron Chinchasuyo por la provincia de Chinca; al Oeste llamaron Constisuyo por la provincia de Conti; al Sur llamaron Collasuyo por la provincia de Colla.

El reino de Chile aunque estaba lejos de la provincia de Colla, era del partido de Collasuyo y el reino de Quito aunque muy lejos al norte de Chincha perteneciente al partido de Chinchasuyo.

Los suyos se extendían desde el Ecuador hasta el río Maule en Chile, al este la frontera estaba representada por las selvas del Perú, Ecuador y Bolivia a las que no pudieron penetrar; al oeste la frontera natural era el Océano Pacífico.

### 3. CONQUISTA DE CHILE POR LOS INCAS:

Dice Don Diego Barros Arana "El mayor número de historiadores está conforme en contar que el más ilustre de los príncipes guerreros fue el Inca Tupac Yupanqui que reinaba a mediados del siglo XV, probablemente 1430 - 1470 D.C." habiendo ido este monarca al sur del lago Titicaca a sofocar una insurrección de los indios collas, se dejó arrastrar por la confianza que le inspiraban sus constantes victorias y la solidez y disciplina de su ejército y emprendió nuevas conquistas hasta la provincia de Tucuma o Tucumán. Allí supo

de un país que se extendía al Occidente de la Cordillera Nevada y sin vacilar se aprestó a marchar a su conquista. La expedición llegó al valle de Copayapu cuando sus habitantes prevenidos por el reconocimiento practicado por los exploradores se opusieron a su paso. El General Sinchiruca mandó pedir auxilio a Yupanqui, quien envió diez mil soldados con cuyo refuerzo tomó posesión del valle y obligó a los vencidos a pagar un tributo anual.

Copayapu, como colonia chilena de los incas, la más cercana a la metrópoli, no tardó en recibir el impulso que el gobierno del Cuzco sabía imprimir a sus pueblos. La población fue distribuida en caseríos asentados a trechos en el valle y acumuladas a orillas de sus chozas de ramas de brea y de piedras. Para la residencia del Curaca, que representaba la autoridad del Inca, fijóse un punto intermedio entre las aldeas de la cordillera y las del valle abajo.

El valle de Copayapu quedó comunicado con el resto del imperio por un camino cuyo trazado se notaba en los faldeos del cerro Charchoquín (5) y en largos trechos del desierto con motivo de las piedras sacadas de su sendero, ancho de poco más de medio metro, y acumuladas a los lados se le conoce desde alguna distancia por su línea recta que cruza los llanos, baja las quebradas y asciende lomas y cerros. La tradición le ha conservado hasta aquí con el nombre del **Camino del Inca**.

La conquista incásica en el norte de Chile tiene gran influencia en el desarrollo cultural de esta región. Los incas introdujeron el uso de riego de los campos por medio de canales que sacaban de los ríos. Hicieron sembrados e iniciaron prácticamente los principios de la agricultura. Importaron semillas que produjeron favorables resultados. Ejemplos: el maíz que ellos llamaban zara. Importaron llamas que les servía de alimento, animal de carga y enseñaron a utilizar la lana de los animales. Introdujeron la alfarería o fabricación de vasijas de barro. Construyeron caminos.

La acción civilizadora de la conquista no fue igual en todas partes del territorio. Fue más intensa en la región en que ésta tuvo larga duración. En el Norte de Chile, desde el valle de Copiapó hasta un poco más al sur sitio donde hoy se encuentra la ciudad de Santiago la dominación extranjera se simentó de manera más estable.

(2) De la Vega, Garcilaso; "Comentarios Reales de los Incas"

(3) Barros Arana, Diego; Ob. citada

(4) De la Vega, Garcilaso; Ob. citada, Anexo.

(5) Sayago, Carlos María; "Historia de Copiapó".

#### 4. EL CAMINO DEL INCA

El camino del Inca fue el gran instrumento de unificación del imperio incásico. Jamás nación alguna dispuso antes del siglo XIX de semejante red de vías de comunicación. Las carreteras de los incas han sobrepasado a las famosas vías romanas en longitud y en solidez.

Del Cuzco partieron cuatro caminos que lo unían con las provincias y los lugares más alejados del imperio. Estos caminos iban en línea recta de un punto a otro uniendo una cadena de pozos o vertientes de agua, circunstancia vital para el cruce del desierto cualquiera que fuese el relieve del terreno por el cual debían pasar. Por ellos veloces CHASQUIS o corredores llevaban los mensajes con extraordinaria rapidez.

El camino del Inca unía el centro del imperio de Tahuantisuyo con todos los confines y en las cuatro direcciones de su vasta extensión, aquel que iba hacia el sur era el de Collasuyo. Había varios trazados y éstos se bifurcaban a medidas que las condiciones ambientales lo permitían. El principal venía desde el despoblado de Atacama en la inmediaciones del Licancabur o en las actuales delimitaciones de San Pedro de Atacama, hasta donde llegaba el dominio incásico y salvando grandes distancias corría al márgen del Salar de Atacama hasta alcanzar Tiliposo prosiguiendo por una cadena de norias naturales recursos de agua y pequeñas vegas necesarias a los viajeros y a la mantención de los auquénidos portadores de la carga. Estos reciben el nombre de Puquios, Pajonal, Río Frío, Vega de Incahuasi, Agua del Juncal, Agua del Carrizo, Doña Inés, Agua del Panul, Finca de Chañaral, Placilla del Inca, hasta desembocar posiblemente por la Quebrada de Paipote al río Copiapó. Los otros tramos de los que hay razonable constancia, pero de los que no existen vestigios son Paitanás (Valle del Huasco) Valle de Coquimbo, Limarí, Choapa, Valle de Chile (Aconcagua).

El camino hasta Copiapó sigue una línea recta y es una banda de tierra de una vara y media (6) de ancho, donde todas las piedras han sido cuidadosamente retiradas.

El camino del Inca, en la zona del desierto de Atacama se caracteriza por sus tramos totalmente rectos en distancia de hasta 30 kms. El camino se distingue de otras huellas producidas por el uso natural de personas, animales de carga o el tránsito más o menos

usual de animales silvestres, entre ellos guanacos: primero por su trazado recto, segundo por su preparación inicial artificial. El trazado recto fue obtenido por un sistema muy similar al usado hoy en día por los métodos topográficos y que consisten en una alineación respecto a un conjunto fijo o vértice. Ejemplo: El trazado del camino desde la Quebrada de Río Salado hacia el Sur, en aproximadamente 30 kms. se consiguió alineando el camino en relación al picacho más alto de los cerros de la Finca, con una altura de 2.971 mts. prácticamente visible desde cualquier punto de la Pampa del Inca a una altura media de 1700 mts.

Con este mismo sistema, los constructores del Camino del Inca consiguieron rectas perfectas estableciendo alineamientos desde la falda Norte del Cerro Indio Muerto al Portezuelo del Inca (Norte a Sur) en una extensión de 11 kms. Igualmente obtuvieron idénticos objetivos estableciendo la recta desde la Quebrada de Inés Chica a Quebrada de El Carrizo, utilizando como punto fijo hacia el norte el Portezuelo, más al este de la Sierra El Jardín consiguiendo finalmente un trazado rectilíneo de 18 kms de largo a través de la pampa de El Carrizo. El camino en este tramo es una huella libre de piedras u otros obstáculos de entre 30 a 60 cms. de ancho con una leve concavidad hasta de 5 cms. y que cruza el desierto y las quebradas en pendiente máxima del 10 al 35% respectivamente.

Para conseguir superar los más importantes accidentes orográficos constituídos por quebradas profundas: Quebrada El Carrizo y Quebrada de Inés Chica de 350 metros de profundidad, los constructores y usuarios utilizaron subidas en zig-zag buscando los sectores de las quebradas menos rocosas y de más fácil acceso. La búsqueda de esas condiciones explican ciertas desviaciones del camino generalmente recto.

El trazado general del camino del Inca se halla condicionado, aparte de buscar la línea más recta, la trayectoria más corta posible, por la disponibilidad del agua en el área desértica.

Partiendo de Copiapó por el Sur el camino atraviesa el portezuelo de Chimbero para caer a los puntos de perforamiento de agua en Inca de Oro y pasando a cuatro kms. al este de la actual localidad de ese nombre. Directamente al norte de Inca de Oro se halla la Finca de Chañaral, situada en el cauce de la hoya hidrográfica de Chañaral Alto y que en ese lugar presenta un fuerte afloramiento de agua y posibilidades de un profundo regadío. Más al norte se encuentra la quebrada de El Salado con un estero de agua salina, el río Sal, con posibilidades de desalinización en pequeño

(6) Una vara 0,835 Metros; "Diccionario Larousse".

volumen para fines domésticos y la quebrada del Jardín en un sector inmediato que conduce hasta ahora un cierto caudal de agua dulce. Pasado el Cerro de Indio Muerto hacia el norte, se encuentran dos pozos de tiempos prehistóricos, el pozo del Inca y el pozo de Cachiyuyo que permiten la obtención de reducidas cantidades de agua con una pequeña salinidad. Después de atravesar la quebrada de Inés Chica hacia el norte se encuentran un recurso de agua en el fondo de la quebrada de El Carrizo formando una pequeña vega. Finalmente la quebrada de El Juncal tiene vertederos que afloran transformándose en vegas en alguna extensión. El Camino del Inca une todas esas aguas en una línea casi recta.

### 5. CAMINOS DERIVADOS HACIA LA ALTA CORDILLERA

Desde la zona de Indio Muerto, actual explotación minera de El Salvador, que parece coincidir con un lugar de convergencias al camino del Inca, y que para los estudios arqueológicos tiene una especial importancia por el hallazgo de una mina de explotación prehistórica, deben haber partido algunas sendas que se dirigían al interior hacia lugares de abastecimiento de agua y en la procura de materiales líticos y de alimentación.

Algunas construcciones con carácter de tamboriles que dan testimonio de esto, se las encuentran en las vegas del Leoncito y Pastos Largos.

### 6. CAMINO DEL INCA DESDE FINCA DE CHAÑARAL A COPIAPO

**6.1. Primer Tramo:** Finca de Chañaral a Inca de Oro. A partir de la Finca de Chañaral la continuación hacia el Sur del camino del Inca es notoriamente visible en un recorrido de 10 kms. Este sector conserva todas las características generales ya mencionadas tanto de ancho como de rectitud. Está en buen estado de conservación y esto se justifica en razón que la carretera en uso hasta ahora tiene una trayectoria diferente.

A partir de ese tramo, la huella precolombina se confunde con el camino moderno. Su alcance hasta Inca de Oro es perfectamente visible desde la cima de 200 mts. ubicado al sur del pueblo, donde se encuentran explotaciones mineras de Matta y Guías.

**6.2 Segundo Tramo:** Inca de Oro Camino del Desierto. A partir de Inca de Oro desaparecen los vestigios del Camino del Inca en varios kms. reapare-

ciendo 30 kms. al sur.

Desde Inca de Oro toma la ruta caminera a Copiapó, tiene un recorrido total de 105 kms. En el km. 37 y que corresponde al km. 68 del camino hacia Copiapó se encuentra un desvío caminero de orientación N.E. en su primer tramo, que prosigue después hacia el oriente y es conocido como el camino del desierto. Recorriendo unos 30 kms. por la carretera se cruza en su recorrido el camino del Inca que tiene orientación N.S.

**6.3. Tercer Tramo del Camino del Inca:** Siguiendo dentro de la orientación Norte a Sur el camino del Inca sigue por la misma ruta de Inca de Oro a Copiapó tomando el desvío del camino a la Mina Galleguillos.

**6.4. Cuarto Tramo del Camino del Inca:** La continuación normal que se conforma en la orientación general que ha llevado el camino del Inca tendría que ser por portillo Ustaris al Sur de la sierra del mismo nombre y al Norte de Mina Bandurrias, siguiendo por la quebrada de Grez para desembocar en el valle de Copiapó posiblemente por Chamonate o la actual hacienda Toledo o por un desvío anterior a la hacienda Bodega.

## 7. IMPORTANCIA DEL CAMINO DEL INCA EN LA TERCERA REGION

**7.1 Importancia Histórica:** El valle de Copayapu quedó comunicado con el resto del imperio por medio del camino del Inca, en la época de la conquista española este camino del Inca en algunos de sus tramos, fue la ruta utilizada por los españoles en el descubrimiento y conquista del Collasuyo, al Sur del Cuzco.

Don Diego de Almagro, a su venida, tomó la ruta de las llanuras, al Este de los Andes, para evitar el cruce del desierto. En pleno invierno, frente a Copiapó, atravesó la cordillera con resultados desastrosos para la expedición, de ahí sigue hacia el sur alcanzando finalmente el valle del Mapocho. De regreso al Perú y para evitar los problemas en la cordillera sigue la ruta del Inca.

Pocos años después, Pedro de Valdivia emprende la conquista de Chile y su venida la hace por el Camino del Inca.

Esto lo confirman el cronista don Alonso de Góngora y Marmolejo, y el mismo Pedro de Valdivia en sus cartas a su majestad el Emperador Carlos V. (7).

El camino del Inca no sólo era la ruta para entrar a Chile, sino era también una ruta bastante utilizada para hacer el viaje hacia el Perú. (8).



## 7.2. El Camino del Inca como Elemento de Unificación

**El Correo:** Las carreteras eran recorridas por correos cuya organización era notable, aunque sólo estaba establecida en provecho del Inca.

Los correos o chasquis eran alimentados, desde su más tierna edad, con maíz tostado, entrenados para beber sólo una vez al día aseguraban un servicio continuo de un mes, por turno, habitaban abrigos llamados tambos, dispuestos a lo largo de las carreteras, a distancias variables unos de otros según la topografía del lugar. Los mensajes eran transmitidos de la siguiente manera: un correo partía corriendo por la carretera, uno de los correos de la posta siguiente debía estar a la espera en su sitio y observar esta carretera, apenas divisaba al indio corriendo, debía ir a su encuentro, luego llegado cerca de él volvía sobre sus pasos acompañándolo y recibiendo el mensaje sin dejar de correr continuaba su marcha. El nombre de chasquias se debe a que en el momento en que se juntaban los correos uno gritaba al otro "chasqui" es decir recibe (el mensaje).

A lo largo del camino del Inca y en la Tercera Región (de acuerdo a la actual división político administrativa del país) se encuentran periódicamente algunos lugares habitacionales con construcciones muy simples de pircas de piedras. Estos "tambos o tambillos", constan de uno o más círculos de piedras de un diámetro variable entre dos y tres metros. Estos refugios suelen hallarse apartados del camino hasta las inmediaciones de 50 mts. Los tambos son recintos más grandes con subdivisiones internas o conformadas por diversos recintos adosados unos con otros. Entre los tambos descubiertos y estudiados podemos mencionar Tambo del Río Salado, Tambo de El Carrizo, Tambo de El Juncal, Tambo de Quebrada de Inés Chica, hacia la cordillera tamberíos en vegas del Leoncito, tamberíos en la Vega de Pastos Largos.

**7.3. Importancia Económica:** El historiador chileno Carlos María Sayago, en su libro "Historia de Copiapó" menciona el Camino del Inca en varias oportunidades y siempre relacionado con la ruta que se ha seguido de un derrotero y que generalmente lleva al descubrimiento de una veta o un yacimiento, lo que nos demuestra la enorme importancia que ha tenido siempre la minería en esta región del país.

Del camino principal derivan numerosas huellas secundarias que conducen hacia campos de posibles pastoreos, cotos de caza y lugares donde se podían encontrar vetas y rocas de cuarzo, sílex, malaquita,

ágata y calcedonis que servían en la confección de armas y adornos, como también el trueque y comercio precolombino. Algunas de esas rutas cruzan los Andes y pudieron ser utilizadas para el tráfico con otras tribus.

**7.4. Importancia Arqueológica;** si bien es cierto, en la actualidad el camino del Inca no tiene importancia, salvo en los pequeños tramos en que se confunde con la carretera moderna, no es menos cierto que sí tiene importancia para conocer cada vez más nuestro pasado histórico. El camino del Inca en un sector del norte chico ha sido estudiado con fines y objetivos precisos por arqueólogos y ellos a través de su investigación han podido determinar la dirección del camino, descubriendo tambos y estudiando los materiales arqueológicos en éstos encontrados. Estos descubrimientos son muy valiosos porque nos permiten conocer mejor la cultura de nuestros aborígenes.

A través del estudio de estos materiales se ha podido establecer hasta que punto la conquista de Chile por los Incas tuvo influencias en la vida, costumbres y culturas de los indios que habitaban esta región especialmente en los diaguitas. También debido a la abundancia de estos materiales encontrados se ha podido deducir que la ruta era muy usada, pero, sólo en tránsito pues no hay construcciones sólidas que atestigüen lo contrario.

## VOCABULARIO

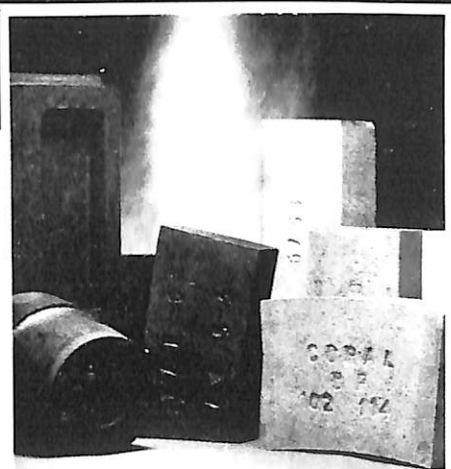
<i>Collasuyo</i>	Parte Sur del Imperio.
<i>Cuntisuyo</i>	Parte Oeste del Imperio.
<i>Curaca</i>	Cacique, Jefe de Tribu.
<i>Chinchasuyo</i>	Parte Norte del Imperio.
<i>Jagüey</i>	Pozo o zanja llena de agua ya sea artificialmente, ya sea por filtraciones naturales de terreno.
<i>Mitimaes</i>	Hombres enviados a otra parte.
<i>Pirca</i>	Mezcla formada de arcilla, guijarros y hojas de maíz, que servía para construir los cimientos de habitaciones.
<i>Pucará</i>	Lugares fortificados destinados a los indios que se habían retirado a lugares desolados.
<i>Tambo</i>	Edificios escalonados cada cierta distancia, que guardaban provisiones y constituían lugares de refugio.

BIBLIOGRAFIA

1. Barros Arana, Diego. "Historia General de Chile" Tomo I, Santiago de Chile.
2. Baudín, Luis. "El Imperio Socialista de Los Incas" Editorial Zig Zag, 1943 Santiago de Chile.
3. Bowman, Isaiah. "Los Senderos del Desierto de Atacama" Imprenta Universitaria, 1975, Santiago de Chile.
4. Centro de Perfeccionamiento Experimentación e Investigaciones Pedagógicas. "Texto Guía para profesor. 1º Año Ciencias Sociales". Tomo II, Edición Universitaria 1975, Santiago de Chile.
5. Góngora Marmolejo, Alonso de. "Historia de Chile desde su Descubrimiento hasta 1575." Edición Universitaria, 1969, Santiago de Chile.
6. Iribarren Ch. Jorge Bergholz. "El Camino del Inca en un Sector del Norte Chico".
7. Medina, José Toribio. "Colección de Historiadores de Chile" Tomo XXIX, 1902, Santiago.
8. Sayago, Carlos María. "Historia de Copiapó" Edición Francisco de Aguirre, 1973, Santiago.

**AÑOS  
DE EXPERIENCIA  
EN EL CAMPO DE  
LA TECNOLOGIA  
DE MATERIALES  
REFRACTARIOS.**

**RECSA**<sup>MR</sup>  
REFRACTARIOS CHILENOS S.A.



**REFRACTARIOS:**

- Sílico-Aluminosos
- Alta alúmina.
- Múrita ■ Magnesita-Cromo.
- Cromo-Magnesita ■ Magnesita.
- Magnesita-Carbón.
- Impregnados con Alquitrán.
- Carburo de Silicio ■ Especiales.

Con la línea de REFRACTARIOS MAS COMPLETA y la MAS ALTA TECNOLOGIA del país.

# ESTEBAN MORALES SAAVEDRA

## UN EGRESADO DE 1919 QUE TRABAJÓ EN LAS SALITRERAS Y EVOCA SU VIDA

*INGENIERIA UNIVERSITARIA DE ATACAMA, continúa su búsqueda de los más antiguos egresados de la Escuela de Minas de Copiapó (hoy Universidad de Atacama) que se encuentran con vida, para entrevistarlos. En anteriores ocasiones hemos creído dar con el más antiguo de ellos. En este trabajo encontramos a don Esteban Morales Saavedra, egresado en 1919 y de 90 años de edad, cuyo nexa con el pasado es más pretérito todavía que el de los entrevistados de números anteriores de esta publicación.*

*Por Abel Manríquez Machuca  
Periodista*

La Escuela de Minas la lleva dentro, en el corazón, conserva hasta la libreta de notas y allí figura un uno en conducta que se ganó durante el internado, el que conocen nietos y bisnietos como demostración de que el abuelito "no fue un santo, sino un "palomilla como todos".

Don Esteban nació el 26 de diciembre de 1898, en Antofagasta. Los estudios primarios los hizo en esa ciudad, luego continuó en el Liceo de Copiapó, cuando lo dirigía Francisco Zambrano, entre 1910 a 1915.

Es de aquellos tiempos de las primeras décadas del siglo XX. Estudió en la Escuela de Minas, cuando las calles de Copiapó no tenían pavimento y el Establecimiento contaba con luz eléctrica propia. Eran los tiempos de coloridas fiestas de la primavera y de cuando los jóvenes se entretenían en el biógrafo (cine) o comiendo picarones, también en la Plaza. Por en-



*Todavía conserva un muestrario de minerales de recuerdo y homenaje a los cien años de la Escuela de Minas de Copiapó, 1857-1957.*

tonces las películas en el biógrafo eran mudas y animadas en directo, en la función, con fonógrafo, piano o guitarra.

El vivió su época de estudiante internado y como diversas generaciones de egresados, tiene la común anécdota de alguna vez haber ido en la noche a levantar uva a la Viña de Cristo. En sus recuerdos, vive la experiencia de tantos de aquellas escapadas nocturnas del internado.

De esos años es Don Esteban Morales Saavedra, producto humano de la Escuela de Minas de Copiapó.

Entrevistarlo fue todo un acontecimiento para su familia. Su hija Elvira, su nieta Luisa Chávez Morales y sus bisnietos Paulina Barraza Chávez

(18), Jaime Barraza Chávez (16) y Felipe Andrés Barraza Chávez (1 año y siete meses) se mantuvieron pendientes de cada detalle en su hogar de Carmen Mena N° 804 en Santiago. Su nieta nos dijo "que boni-

to lo que hace la revista, de destacarlos a ellos", refiriéndose al esfuerzo de buscar y conversar con los más antiguos egresados de la Escuela de Minas de Copiapó.

La conversación fue animada por el ambiente descrito. Y para nosotros fue grata hacerla, como un modesto reconocimiento a las pasadas generaciones.

- *Don Esteban, ¿cómo llegó a estudiar a la Escuela de Minas por allá por 1915?*
- Bueno, sucede que me quedaba la otra alternativa, la Escuela Normal de Copiapó; estuve un año en ella, cuando la dirigía don Rómulo Peña. Estuve un año, pero me atrajo más la Escuela de Minas y me dije "yo voy a ir allá".
- *¿Lo atrajo por algo en particular?*
- La idea surgió conversando, porque mi padre tenía minas en Antofagasta y Calama, el murió cuando yo tenía ocho años. Llegué a la casa de un tío, el cual hizo la veces de papá, y el me aconsejó considerando mi interés que mejor me fuera a la Escuela de Minas. Era un tío italiano que vivía en Copiapó mucho tiempo.
- *¿Cómo era el ingreso al plantel entonces?*
- Tuve que presentar mis certificados del Liceo y además rendir un examen que se exigía de admisión. Salí aprobado y fui admitido de inmediato. Rendí el examen con toda tranquilidad y entusiasmo. Me trataron muy bien y tenía algunos profesores amigo que conocían mi familia. Y el director, -que entonces era don Guillermo Amenábar Ossa- muy cordial, un caballero sumamente bueno- nos trataba muy bien a todos; en el tercer año me tocó clases con él, era profesor de mineralogía y de geometría descriptiva, también de mecánica. En el cuarto igual me tocó con él.

### RECUERDOS

- *¿Qué recuerdos tiene de la Escuela en la época?*
- Las cosas se desenvolvían de una manera con más amistad, sin política, sin revueltas. Todos estábamos internos, se vivía y estudiaba tranquilamente. En el régimen de internado teníamos que levantarnos a las seis de la mañana, luego venía el baño, un período de estudio y después las clases. Nos teníamos que duchar todos los días, con agua fría no más... Por las tardes teníamos fútbol y actividades deportivas, existía un



Con su hija Elvira, revisando antiguas fotografías de las Oficinas salitreras y métodos de explotación. Egresó en 1919 de la Escuela de Minas de Copiapó.

gimnasio pequeño y una cancha de fútbol al lado de la Escuela que era el mismo edificio que fue de don Pedró León Gallo, que tenía tres pisos y que se quemó en el incendio que hubo en los tiempos del Sr. Neff, ahí quedaron solamente la sala modelo de maquinaria en miniatura, hornos y todo eso, y los dormitorios que daban a la zona poniente. Esto fue en la casa del Barrio La Chimba, donde estuvo antes la planta de beneficio de la plata que tenía don Pedro León Gallo en la época de Chañarcillo, después esta familia vivía en la Viña de Cristo que tenía estatuas en el patio.

- *¿La Escuela tenía amplio contacto con el medio laboral?*
- Los primeros años trabajábamos en la Escuela solamente, estudiábamos; en el tercer y cuarto años salíamos a las minas. Nos hacían trabajar con las perforadoras, cargar y descargar tiros, hacer los disparos; me parece que esto lo hacíamos en la Mina Batea de Tierra Amarilla, nos íbamos por unos días. Se salía también en los viajes de estudios, a lugares como el establecimiento de fundición que existía en Caldera, allí estaba la "American Smel-



Don Esteban Morales Saavedra, junto a su bisnieto Felipe Andrés Barraza Chávez.

ting", que tenía hornos de chaqueta y tenía convertidores; entraba el cobre y salía en eje y en barras. Esto fue por el año 1918, me recuerdo porque después tuve que levantar un plano en la Manto Negro para presentarlo y obtener el título, el examen final lo di el 14 de octubre de 1919. Era requisito para obtener el título, presentar un plano y certificar haber efectuado la práctica en alguna parte; yo realicé la práctica en el laboratorio del establecimiento Fundiciones de Caldera de la "American Smelting".



Parte de la construcción, junio 1926, de la Oficina María Elena (ex Coya Norte).

- *¿En qué consistió su práctica profesional?*
- Teníamos que hacer los ensayos de cobre, carbón, cobre en barras, coque y escorias de todos los minerales que compraba la Compañía. El mineral de cobre a los "hornos de chaqueta", se secaba el eje y luego iba a los hornos convertidores de donde se obtenían las barras de cobre fundido.

### EL PRIMER TRABAJO

- *Terminó su carrera y vino su primer trabajo...*
- Estuve seis meses en el mineral de "Lomas Bayas" en la Mina "La Descubridora", el dueño era el señor Matta; estuve poco, eran minas muy antiguas, se encontraba solamente galena, no había plata por más que hicimos varios avances. Eso duró ocho meses, no compensaba.
- *¿La recepción del egresado en la industria era buena?*
- A uno lo consideraban mucho, nos trataban muy bien y nos tomaban bastante en cuenta en nuestro trabajo. El año 1920 pasé a la Oficina Salitrea Delaware, comencé en el Laboratorio, con ensayos de salitre, yodo y rípios. A los dos meses pasé a la planta de elaboración, como jefe de sección, sub-inspector; se usaba el proceso Shanks. Aparte del administrador que era norteamericano, el jefe directo que teníamos era Eduardo Asmusen Gallo, ex alumno de la Escuela, lo mismo otros tres: Lutgardo Gallo, Emiceno Troncoso y Eduardo Troncoso Pozo. La oficina estaba en manos nuestras, en la elaboración estuve hasta el 24 de julio de 1924.

### EXPERIENCIA EN EL SALITRE

- *¿Qué tal fue la experiencia en esa empresa?*
- Muy buena, utilizaban un sistema nuevo, creo que se llamaba Aler, era experimental, duró poco. Entonces pasé a la Compañía del Salitre y de ahí a la "Lautaro Nitrate". Llegué primero a la Oficina Condell de la



Rodeado de sus parientes directos, Esteban Morales vive pleno de afecto. Aquí le acompañan sus bisnietos Paulina, Jaime (ambos de pie) y Felipe Andrés (en brazos de su madre Luisa Chávez Morales, nieta). A la derecha su hija Elvira.

"Compañía de Salitre de Antofagasta", más tarde pasé a la Oficina Chacabuco y más tarde al de Oficina Vergara; siempre trabajando exclusivamente en laboratorios, tenía que atender la purificación del agua, la que obtenía la Oficina era de pique, muy dura, muy salobre, como el agua de mar; existían filtros con seolita, un compuesto especial para el ablandamiento del agua... el agua entraba con 14 o 15 grados de dureza y salía con uno o dos grados, el gua de pique era muy cargada con sulfato de sodio y sal.

- *Tenemos entendido que también se desempeñó en María Elena.*
- Yo pasé a la Oficina María Elena por el año 1925; en tiempos que inició su construcción estuve trabajando en la planta experimental en Coya Norte, que se hizo para el proceso "Guggenheim", que hoy se usa en María Elena y Pedro de Valdivia. En esa época, la "Lautaro Nitrato" también cambió de nombre, por "Compañía Salitrera Anglo-Chilena". Al terminarse la Planta, ahora en grande y no experimental, era el único chileno preparado a nivel de los profesionales, los demás eran

Motores Diesel en la Oficina Pedro de Valdivia, una de las fotografías que conserva don Esteban de la explotación del salitre y su industria.

norteamericanos .

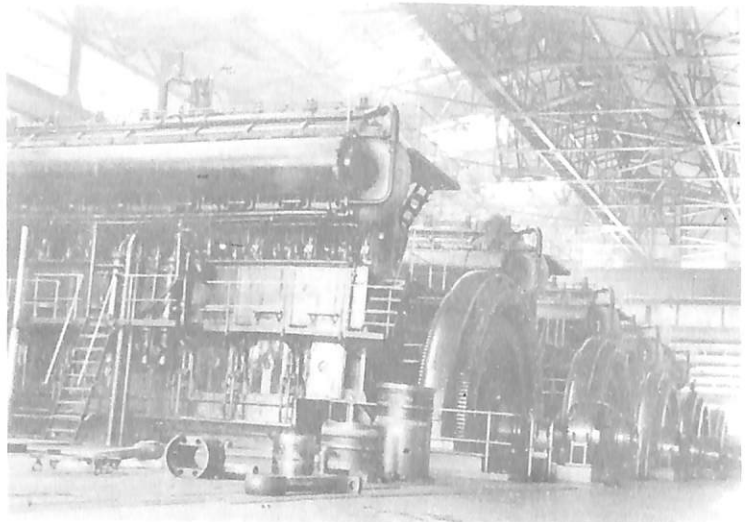
Terminado lo de la Planta, pasé a la Oficina de Control del Departamento de Elaboración, como técnico dibujante y calculista para el rendimiento de la Oficina, recibiendo todos los datos técnicos que se llevaban en la administración central.

### ME CANSE DE LA PAMPA

- *En 1946 se vino a Santiago, ¿por qué?*
- Me cansé de trabajar en un lugar y otro, en la pampa. La vida es muy dura allá. Fíjese que en Taltal trabajábamos 12 horas diarias, todo el año, con excepción de tres días, no se consideraban feriados. El

suelo era completamente libre, las habitaciones eran de primera y muy bien atendidos. Pero era aburrido, había veces que me tocaba "remucho" trabajar y en una ocasión tuve que hacerlo con 10º grados bajo cero, harto frío.

- *Finalmente, se trasladó a la capital del país.*
- Bueno, por 1928 contraí matrimonio con Luisa Concha, que fue mi compañera durante toda la vida, cuando estaba en María Elena, y por lo años 40 me vine a Santiago, donde ya tenía la propiedad que hoy habito. Al poco tiempo ingresé al Ministerio de Obras Públicas, Departamento de



Riego y Sección Estudios.

En el Ministerio desarrollé actividades con dibujantes y participé en levantamiento de planos y también efectué trabajos de nivelación topográfica en Talca, en Victoria; todo relacionado con estudios de canales de regadío.

### JAMAS UN RECLAMO

- *De su época en el salitre, debe tener algunos buenos recuerdos...*
- Sí, claro. Durante mi estadía en Pedro de Valdivia, donde me correspondió trabajar bastante, tuve el orgullo que de los diez años que trabajé como jefe del laboratorio nunca tuve un reclamo por los resultados que sacaba yo con los empleados; tenía siete químicos a mi cargo y había que hacer los análisis del salitre de exportación e incluso del yodo. Jamás se me hizo un reclamo, ni siquiera de los vendedores de salitre de la Compañía, en María Elena; hubo dos discrepancias recuerdo, pero al efectuarse en el exterior, otros análisis, siempre resultaron favorables a mis resultados, eso me valió ser trasladado como jefe de laboratorio a Pedro de Valdivia.
- *¿Alguna anécdota tiene de esa etapa laboral de su vida?*
- Me recuerdo de una. Un día el Dr. Freed, jefe de



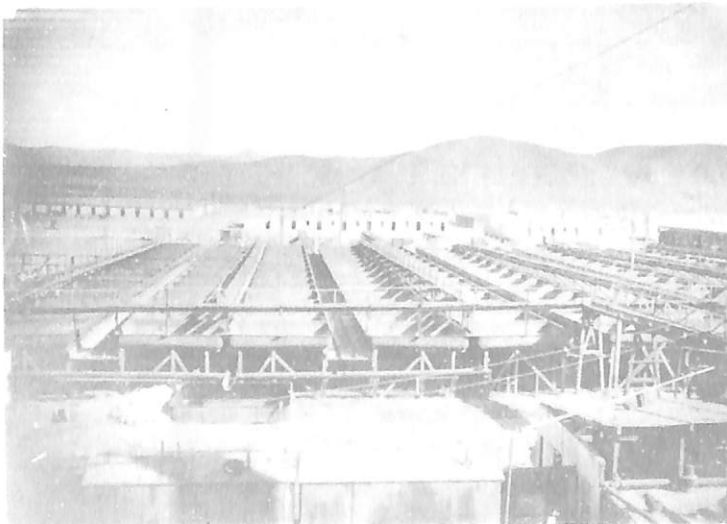
*En otra toma, con su bisnieto Felipe Andrés*

los ingenieros consultores químicos, llegó con un sobre y dentro una botella de salitre. Era Sub-Jefe de laboratorio y el jefe pidió que la muestra se me entregara a mí, para que realizara el análisis; luego me advirtió que lo hiciera con mucho cuidado, por venir del Dr. Freed. Yo no sabía de donde era la muestra; efectué el análisis, luego el Dr. lo miró y se rió. Luego el jefe de laboratorio me dijo "el Dr. Freed le trajo una muestra de salitre sintético, para ver como andaba".

### ¿QUE HA SIDO LA ESCUELA?

- *Hemos hablado ampliamente de su trayectoria laboral. Quisiéramos ahora preguntarle: ¿Qué ha sido la Escuela de Minas en su vida?*
- Bueno, a uno lo preparaban bien, es lo primero. Luego estaban los consejos que nos daban, que uno debía cumplir con su deber en todas partes y ser correcto y honrado en los trabajos, no descuidar nunca el estudio y siempre irse perfeccionando, porque no hay que quedarse sólo con lo que nos entrega generosamente la Escuela.  
Hasta hoy practico ese consejo, aunque no entiendo mucho inglés estoy estudiando algunos textos; siempre me he guiado por eso.

*Oficina Castilla, en Aguas Blancas; elaboración del salitre por el Sistema Shanks. Vista de las bateas (1923). Antofagasta.*



- *¿La Escuela de Minas con la formación y espíritu que le entregó, le ayudó a construir su existencia?*
- Mucho. Le agradezco a la Escuela porque con lo que ella me entregó, siempre me fue bien en todas partes y en todos los lugares me recibieron bien. Es mi mayor orgullo; cuando me alejaba de una empresa, era porque yo lo hacía, voluntariamente, no por ineficiente. Tengo certificados que lo dicen, puedo mostrárselos.

### ORGULLOSO DE SU FAMILIA

- Y de su vida en familia, ¿qué lo enorgullece?
- ¿Qué me enorgullece? Mi hija Elvira puede decirlo mejor que yo.  
Pues claro que me siento orgullo de mi hija, mis nietos y bisnietos; todos están bien, son respetuosos, trabajadores e inteligentes y ordenados. Cuando han tenido dificultades en sus estudios con tareas de Escuela, yo les he ayudado a que salgan adelante por sí mismo. Había uno que estudiaba en la Escuela Industrial Chileno-Alemana y tenía que hacer dibujo técnico y estaba muy aporreado, le enseñé como tenía que hacerlos. Los hizo tan buenos que los profesores pensaban, que no eran de él.

### A LOS JOVENES DE HOY

- *En Chile cuesta encontrar jóvenes interesados en estudiar minería.  
¿A que se deba eso, según la experiencia que a sus años Ud. tiene, don Esteban?*

- Creo que es la misma lejanía de la actividad minera, aquí en Santiago se habla poco de minas, mucho apenas conocen de nombre la mina de Las Condes y hasta ahí no más llegan. Entonces, donde existe mayor afición por la minería, es entre Coquimbo a Iquique, son regiones netamente mineras. En el caso de la juventud de Santiago, no tienen mínima idea de lo que son El Teniente, Salvador, Potrerillos, así que no puede disponer de interés por lo minero.

- *Don Esteban, hoy existen jóvenes que ingresan a estudiar ingeniería de Minas a la Universidad de Atacama. Ellos son herederos de la tradición de la Escuela de Minas y continuadores del quehacer de hombres como usted. Por medio de INGENIERIA UNIVERSITARIA DE ATACAMA, dígame algo de su parte.*

- A esos jóvenes que hoy estudian en la Universidad de Atacama y futuros ingenieros de minas y metalurgia, les digo que no descuiden nunca sus preocupaciones. Que se desempeñen como es debido, no olvidando que en cuanto a la tecnología hay que estar al día, más que nada. De lo contrario el tiempo pasa y uno queda obsoleto, "fuera de foco" como se dice.

Les pido que no olvidan los deberes que un hombre tiene que cumplir y los consejos que nosotros, los antiguos, les damos. Una vez que se termina la carrera, uno debe darle el prestigio al Establecimiento y no al revés. No se saca nada con tener un diploma, hay que demostrar lo que se es capaz de hacer, en el trabajo mismo.



## MINERA ESPERANZA LTDA.

AVENIDA BDO. O'HIGGINS 01 - VILLA ESPERANZA  
CASILLA 15 - FONOS 33  
CURANILAHUE



## INCA DE ORO 1936

## EL INFORME INCONCLUSO (\*)

Hernan Quezada Liberona (\*\*)

Observando el calendario sobre el arrimo, mientras sorbía su café, el ingeniero Jaime Rubirosa, exclamó: ¡Qué coincidencia!, hoy se cumple un aniversario más de un macabro caso del fui co-actor obligado a causa de mi profesión!

¡Veamos, hombre! añadió su hermano, cuéntanos ese caso porque tus anécdotas tienen el encanto de ilustrarnos sobre un género de vida diferente... y dando instrucciones a sus familiares, agregó: acerquémonos al "barcito" para preparar "unos cortos" mientras sigues tu narración.

Todos se acomodaron empezando Jaime su relato, previo encendido de su cigarrillo:

En Cuba, ahora Inca de Oro, en un día como hoy en la década de los años 30 al 40, recibí un telegrama de don Tristán Gómez acaudalado hombre de negocios de esta ciudad de Santiago, promotor de industrias importantes, sociedades mineras, empresas constructoras, etc., etc., confirmándome su visita para viajar juntos hasta la mina "Descubridora", visitarla y estudiar las posibilidades de la explotación de sus mineras de cobre.

Cité a Sandalio Rojas, un minero que indistintamente me servía de mozo, alarife, muestrero, cocinero, es decir "mentolato" como él se autocalificaba; me acompañaría con sus herramientas para la toma de muestras o para otra eventualidad.

Don Tristán arribó cerca del medio día en su flamante Parckard con chofer uniformado de acuerdo a la costumbre de la época. De inmediato nos pusimos en son de trabajo ubicándonos con Sandalio en el asiento posterior del automóvil; adelante viajaban el chofer y don Tristán, a modo de copiloto.

Desde Cuba a la misma distaban un centenar de kilómetros. A los pocos minutos de marcha por aquellos terrosos y ásperos caminos, el viaje empezaba a

hacerse tedioso por el inevitable y fino polvo que se introducía al vehículo agregado del calor sofocante del desierto, y la poca velocidad que se podía desarrollar.

Damián Morgado, el uniformado chofer, hombre fornido de anchas espaldas y gran cabezota, abultada aun más por la gorra, empezó a charlar fuertemente como si se sintiera en la obligación de entretenernos. Comentó casos en que directa o indirectamente fue protagonista de intentos de atracos en peligrosos barrios santiaguinos de los cuales siempre salió airoso; salteos al fondo del patrón evitados por su intervención y la cooperación de algunos campesinos bajo su dirección.. heroicas defensas contra "pelusas" de la Vega Central cuando se le confiaba la cobranza de productos del fundo; pero, lo más pintoresco que le oímos fue que se consideraba "muy tieso de mechas", como guarda espaldas de su patrón en los enfrentamientos ante las "ligas contra el cohecho", verdaderas batallas campales en períodos electorales de importancia...

Con Sandalio cambiábamos miradas complacientes y leves sonrisas de incredulidad. En realidad, la conducta de Morgado no nos molestaba, por el contrario, a veces su petulancia era simpática.

Tan pronto arribamos a la "Descubridora" don Tristán dispuso sacar del portamaletas un enorme canasto para picnic con fiambres y bebidas ordenando a Damián que prepara la merienda.

Por nuestra parte, pospusimos la colación hasta el término de la tarea.

Don Tristán no se atrevió a entrar a la mina y cautamente, pretextando cansancio por el viaje, se acomodó a descansar en el Packard arreglando algunos libros y revistas en el asiento que le serviría para siestear...

Damián Morgado aceptó gustoso nuestra invitación para entrar a conocer la mina, porque deseaba saber algo sobre estas faenas. Para nosotros esta invitación era útil, porque seríamos tres las personas

(\*\*) *Profesor Titular, Departamento Ingeniería de Minas.*

que entraríamos a las antiguas labores, que no conocíamos y de las cuales nos disponíamos de planos para orientarnos sin perder mucho tiempo.

Encabecé el grupo seguido por Damián y Sandalio de tal modo que las luces de nuestras lámparas a gas de carburo ayudaría a Damián en su camino por ser novato en estas incursiones.

El socavón principal se recorría por varias decenas de metros de longitud en cuyo término se bifurcaba siguiendo los trabajos de las antiguas explotaciones transformadas hacia el frente y por sobre nuestras cabezas en una enorme oquedad, como fantástica catedral vacía, derruida y, hacia abajo, las labores destrozadas y derrumbadas como formando un abismo cuyo polvillo en suspensión olía a minerales sulfatados... hice algunas anotaciones técnicas de rigor.

Después de una ligera inspección pude apreciar que sería posible avanzar en la exploración por un angosto pasaje a modo de marquesina sobre el abismo existiendo una cadena delgada, muy deteriorada por el óxido, sirviendo como pasamanos para evitar caídas al abismo... entre todos probamos la resistencia del ingenioso artificio comprobado que soportaba además el peso de cualquiera de nuestras personas... pasé primero, bien asido de una mano como naufrago ante improvisada balsa, pues en la otra mano portaba la lámpara que me permitía eludir el abismo a mis pies, la enorme oquedad hacia arriba y hacia adelante... lo ignorado...

Pude avanzar tranquilamente dado mi ejercicio profesional; sin embargo, en una curva muy cerrada del laboreo un madero que se cimbraba sin producir ruido sorpresivamente golpeo con fuerza contra mi casco de seguridad arrancándolo de mi cabeza y rodó rebotando hacia el abismo... entre los manotazos que dí, procurando asegurarme más a la cadena, se apagó a la luz de mi lámpara quedando momentáneamente a oscuras... tan pronto me habitué a la semi penumbra de desde lejos producía la lámpara de Sandalio... continué avanzando, bien agazapado para evitar un nuevo golpe del madero que seguía indiferente su vaiven...

Una vez al otro lado, en el piso firme de los labores a explorar, me erguí encendiendo nuevamente mi lámpara para ver bien el madero suelto y evitar algún accidente a mis acompañantes quienes me seguirían con instrucciones claras... dirigí el reflector hacia el madero y... ¡horror!... el madero que se balanceaba no era tal... ¡era un ahorcado! un cadáver que dependía de los marcos de la enmaderación derruida por el tiempo... ese cuerpo reseco, como un bacalao

se mecía en suave movimiento pendular proyectando ahora una extraña sombra sobre el abismo a causa de la luz de mi lámpara... un falso gorro viejo soslayadamente cubría casi toda su cabeza... los restos de unos ojos resecos sin cerrar... como semi ojos... semi cuencas... saldos de una lengua carcomida, algo negruzca, asomándose entre las cavidades dejadas por los dientes que le faltaban... como tratando de lanzar una última súplica o imprecar un último juramento... y sus ropas raídas, más bien dicho, sus andrajos cubiertos por finísimo polvo acumulado en los años de inútil balanceo daban a este esperpento un aspecto combinado entre lo grotesco y terrorífico aumentado por las condiciones de estas profundidades de por sí siniestras para muchos mortales...

Sentí una sensación rara, muy difícil de explicar, lo confieso aún hoy; algo así como un anudamiento en la garganta y una enorme opresión al estómago... una especie de insensibilidad a mis piernas que me impedía dar los trancos que necesitaba... una especie de rubor o bochorno me invadía en forma sofocante y como si un enorme peso me inmovilizara presionándose sobre mis espaldas.

No me explico cómo me dí ánimo y ordené a Damián que avanzara hacia mi sitio para proseguir nuestra tarea... ¡Ya, adelante, Damián!... Bien agazapado!... más para que no lo golpee el madero!... ¡No mire hacia abajo!... ¡No mire hacia arriba!... ¡Guíese por mi luz!... ¡Más agazapado... más!... eso es!

Tan pronto llegó Damián a mi lado dirigí mi luz hacia el frente de los labores ignorados, tratando de explorar para distraer la atención de Damián. En el intertanto dí aviso a Sandalio para que nos siguiera, sin preocuparme de él dada su experiencia, luego de oír el ruido de sus herramientas en el saco y divisar reflejos de la luz de su lámpara que avanzaba.

Mientras tanto, con el propósito de ganar más valor para el regreso, confidencí a Damián lo bien que me sentía con su presencia por tratarse de un hombre valeroso, que a nada temía, según las conversaciones en el viaje y el hecho de encontrarse con nosotros sin preocupaciones en una mina desconocida... este modesto halago lo colmó de satisfacción a juzgar por la mirada protectora que me brindó... entonces, aproveché esta circunstancia-instante fatal para mí -para decirle... ¡Me encontré esta sorpresa!... al mismo tiempo que alumbré hacia el ahorcado que seguía meciéndose como burlándose de todos...

Damián dió un grito de espanto, semejante a un alarido selvático con sus ojos como escapándose de sus órbitas extendió violentamente sus brazos, con

cuya actitud accidentalmente me golpeó fuertemente en el tórax lanzándome desprevenido por tierra y quedando nuevamente a oscuras, emprendió veloz carrera gritando salvajemente... todavía no logro explicarme cómo pudo salir en esa forma sin tropezar ni precipitarse al abismo...

A sus gritos se unieron los ruidos de las herramientas del saco de Sandalio que rodaron por el precipicio al acompañar a Damián en esta espantadiza competición al contagiarse de un pánico desconocido para él... y yo a oscuras, en el suelo acompañado del cimbrante bacalao...

Ignoro cuanto tiempo demoré en recobrar mi perdida calma... encendí mi lámpara... ahora, el ahorcado se me antojaba más siniestro que antes... envuelto en un halo del fino polvo que levantó el saco con herramientas en su rodar al precipicio... empecé mi viaje de regreso por debajo de él...no había otro camino... con el abismo a mis pies... completamente solo porque después de la escena no cabía duda que ninguno regresaría.

Nunca hasta en esta ocasión me había dado cuenta de la pequeñez espiritual del ser humano ante la anorme incógnita de la muerte... el misterio del más allá representado circunstancialmente en aquel grotesco péndulo que un día fue alguien.

Por instancias sentía la sensación que el ahorcado descendía de su macabro sitio y me retenía ya de la cintura, ya de mis pies impidiéndome avanzar. Apenas logré cruzar al otro lado, que me pareció una eternidad, instintivamente me volví en rápido movimiento para alumbrar tan extraño cadáver como defendiéndome de una agresividad que sólo existía en mi imaginación... así, salí retrocediendo a lo largo de todo el socavón...

Afuera, en la quebrada soplabla una fresca brisa que venía desde el lejano mar; pero yo aún estaba extrañamente transpirando. Estoy convencido que todo ese conjunto de sensaciones fue simplemente: miedo...

Después de gozar de ese aire puro como bendición y ya bastante recuperado me acerqué al grupo. Damián, mi héroe estaba tendido en el suelo aún con mirada de espanto, el orgulloso uniforme azul todo sucio... la gorra perdida en el abismo y víctima de fuerte "castañeteo" de sus dientes, presa de convulsiones: en su rostro y manos se apreciaban manchas como de urticaria.

Sandalio, con mirada de sorpresa, no comprendía que había ocurrido en el interior, porque el chofer no hablaba; sólo intuía que no había ocurrido derrum-

be alguno, porque no había temblado... tampoco alguna caída u otro accidente; pero, después de la desenfrenada carrera de Damián, no se atrevía a entrar solo, porque, según confesó después, temía que fuera "don Sata" que según al creencia heredada de mineros, el Diablo cuida las riquezas de las minas...

Por su parte, don Tristán lleno de conjeturas no sabía qué hacer... el chofer con ataque... el operario totalmente ignorante de lo ocurrido; pero que no se atrevía a entrar solo a la mina y el ingeniero que no regresaba...

¿Qué sucede, Sr. Rubirosa?- preguntó con ansiedad don Tristán, apenas llegué hasta ellos.

-¡Hay un ahorcado!- alcancé a exclamar... se asustaron tanto que no pudieron acompañarme... omití, por supuesto, mi temor personal...

¿Un ahorcado?- Iremos de inmediato a dar cuenta a la justicia a Chañaral, insinuó don Tristán...

¡Don Tristán!... me atreví a decirle... Ud. no ha visto al ahorcado... Sandalio no alcanzó a verlo... creo que Damián ni siquiera tendrá deseos de recordar este episodio. Por mi parte, para los efectos de su sugestión, oficialmente no he visto al ahorcado... dejemos, por ahora, tranquilamente a este infeliz donde está; naturalmente que es muy humanitario y cristiano aquello de sepultar a los muertos; pero, no olvide Ud. que nuestra justicia tiene otro modo de pensar y actuar, porque a juzgar por la posición y el sitio en que se encontraba el cadáver debe tratarse de un crimen-probablemente entre "pisqueros"- y no de un suicidio, porque los mineros no se suicidan así... ellos lo hacen sin esconderse demasiado usando explosivos... por lo tanto, con su sugerencia nos veríamos envueltos en un lío judicial que nos costará una enormidad debido a citaciones reiteradas, con viajes onerosos dadas las lejanías de nuestras residencias y probablemente no exentas de honorarios de abogados y las molestias consiguientes...

Concluimos por dejar a otros la triste iniciativa de encontrar al difunto para darle piadosa sepultura...

Para regresar hube de oficiarse como chofer, porque Damián aún no se recordaba de su alteración anímica; además, no teníamos medicamentos ni tampoco suficientes conocimientos médicos para tal emergencia...

Bébetete una buena copa de coñac, Jaime, para que tu relato no nos apene, por ahora, agregé su hermano escanciando la suya- ¡Salud!

\* *Los hechos fueron reales; todos los nombres propios, imaginarios.*

# ANTECEDENTES HISTORICOS DEL PRIMER FERROCARRIL DE SUDAMERICA, CALDERA A COPIAPO

---

Vicente Rodríguez B.  
Ex Rector U. de Atacama

Don Guillermo Wheelwright, de nacionalidad norteamericana y de profesión marino, propuso a un grupo de acaudalados vecinos de Copiapó la creación de un Ferrocarril entre Caldera y Copiapó; para mejorar y agilizar el transporte de minerales y pasajeros a puerto.

El 20 de septiembre de 1849 se levantó un Acta de creación en la Intendencia de Atacama, ante la presencia del intendente de la época, don José Francisco Gana, aceptándose formar la Compañía del "Camino Ferrocarril de Copiapó", constituyendo la Empresa las siguientes personalidades de la época:

Doña Candelaria Goyenechea de Gallo  
don Agustín Edwards  
don Diego Carvallo  
don Vicente Subercaseaux  
don Blas Ossa  
don José Santos Cifuentes  
don Matías Cousiño  
don Gregorio Ossa Cerda y Tocornal Hnos.  
don Gregorio Ossa Cerda y Dgo. Vega  
don José María Montt  
don Manuel Carril  
don Guillermo Wheelwright

Al mes siguiente, el 3 octubre, se firmó la Escritura Pública, suscribiendo los socios un capital de \$800.000, dividido en acciones de \$ 500 cada una.

El 20 de noviembre de 1849 se concedió a la Compañía, recientemente formada, la autorización Gubernamental para construir el ferrocarril.

En marzo de 1850 se iniciaron los trabajos del trazado quedando a cargo de los ingenieros, don Allan Campbell, inglés y don W.W. Evans, norteamericano.

El 9 de noviembre de 1850 se colocó el "Primer Riel" de un Ferrocarril en el Hemisferio Sur, constituyendo un gran acontecimiento latinoamericano.

La fabricación de la Locomotora y Carros fue encomendada a la firma norteamericana NORRIS BROTHERS de Philadelphia, en 1850.

El 30 de junio de 1851 llega a Caldera en la Fragata norteamericana "Switzerland" la locomotora y carros de pasajeros y, posteriormente, la Fragata St. Joseph trajo, desde Baltimore, el resto del equipo ferroviario.

En abril de 1851 se ponen en servicio 25 kilómetros de rieles, pasando este hecho a constituir el Primer Ferrocarril de Sud-América; posteriormente, el 4 de julio, día aniversario de los EE.UU, corrió oficialmente el "Primer Tren" entre Caldera y Monte Amargo.

El 25 de diciembre de 1851, llegó a Copiapó, con gran algarabía de la ciudadanía, el Primer Ferrocarril más largo de Sud-América.

La entrega oficial al público se efectuó el 1º de enero de 1852 (Copiapó contaba, en ese entonces, con aproximadamente 10.000 habitantes).

Posteriormente el Ferrocarril de Caldera a Copiapó se extendió hacia Pabellón, San Antonio y Piquios, entre los años 1855, 1867 y 1871 respectivamente, pasando a constituir el Ferrocarril más largo y próspero del país.

En el presente "La Copiapó", Primera Locomotora que surcó rieles de progreso en Chile y Sud-América, descansa, por disposición de sus propietarios, como Monumento Nacional, desde principio del presente siglo en los patios interiores de la Ex-Escuela de Minas de Copiapó, hoy la Universidad de Atacama. Constituye un símbolo venerado por generaciones de profesionales formados en sus aulas, recuerdo de un pasado glorioso, ejemplo de voluntad, tesón y pujanza de hombres visionarios, magnífico legado y motivación para las nuevas generaciones de copiapinos y chilenos altruistas.

# LINEAMIENTOS PARA UNA POLITICA DE EDUCACION SUPERIOR

INTERVENCION DEL MINISTRO DE EDUCACION,  
SR. RICARDO LAGOS ESCOBAR  
ANTE LA COMISION DE ESTUDIO DE LA EDUCACION SUPERIOR

Al iniciar los trabajos de esta Comisión, nos ha parecido oportuno dirigirnos a Uds. con el propósito de compartir algunos lineamientos del Gobierno en las materias que ustedes deberán tratar y, particularmente, los temas que en nuestro concepto requieren de un estudio acabado.

La decisión del Presidente de la República de establecer una Comisión de Estudio de la Educación Superior para proponer las bases de una política de desarrollo del sector y las necesarias reformas legislativas en el ámbito de la enseñanza superior, constituye un paso decisivo para encontrar un amplio consenso en este crucial aspecto de la vida nacional.

Los objetivos de la Comisión han sido definidos con amplitud en el Decreto que la establece, de modo de asegurar a sus miembros libertad en el cumplimiento de sus funciones de colaborar con el gobierno y el Ministerio de Educación en las importantes tareas que a estos competen. Sin ánimo de restringir, los términos de vuestra misión deseo subrayar aquí algunas cuestiones en que el Gobierno espera recibir orientaciones, propuestas y sugerencias.

1. En cuanto toca a las políticas de desarrollo del sistema universitario, el país se encuentra interesado en alcanzar -a corto, mediano y largo plazo- **metas superiores de calidad, equidad y eficiencia que, por otra parte, son los desafíos que enfrentan todos los sistemas de educación superior contemporáneos.** Chile se encuentra en una encrucijada de su desarrollo y nuestro futuro dependerá, en medida importante, de los aportes que puedan hacer las instituciones más representativas de la cultura nacional. De ellas el país espera la formación de sus recursos humanos especializados, la producción de conoci-

tos que nos permitan abordar y solucionar nuestros problemas y transformarlos en una pieza activa de la comunidad internacional del saber, y la difusión de la cultura superior hacia todos los sectores y ámbitos de la sociedad.

2. El Gobierno tiene la convicción, expresada asimismo por innumerables académicos y expertos en estas materias, que necesitamos ofrecer al sistema nacional de educación superior un marco estable de normas y mecanismos para su desarrollo. La actual legislación que toca a este sector, contenida en varios Decretos con Fuerza de Ley y en Título III de la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza, que se promulgó en marzo de este año, no ofrece ese marco y ha sido objeto de múltiples y fundadas críticas. Esperamos que vuestra Comisión pueda sugerir las necesarias reformas que convendría introducir a esa legislación, y queremos en esta materia -como en otras de igual trascendencia- animar un amplio consenso nacional. Dichas reformas habrán de inspirarse por eso mismo en los valores permanentes de la vida académica chilena que, además, constituyen hoy día la base de cualquier progreso en el ámbito de la educación superior: **la libertad de enseñanza, la autonomía y diversidad institucionales que son su corolario, y una efectiva regulación del sistema en su conjunto, de modo que pueda desarrollarse armónicamente en función de las exigencias de la sociedad y del continuo progreso del conocimiento y sus aplicaciones.**
3. En particular, interesa al Gobierno que la Comisión pueda abocarse al estudio y formule propo-

siones -de política o legislativas, según corresponda- en relación a temas como los siguientes y que complementan la labor que ha estado realizando el Ministerio a través de su División de Educación Superior:

- a) Los componentes institucionales del sistema de educación superior y las relaciones que deben existir entre sus varios sectores y niveles;
- b) Las modalidades del reconocimiento oficial y la acreditación de los nuevos establecimientos que se decida crear más adelante;
- c) La conducción, coordinación y regulación del sistema en su conjunto, en función de obtener las metas de calidad, equidad y eficiencia;
- d) El gobierno, la organización y la administración de los establecimientos, en particular de las universidades;
- e) El financiamiento de la educación superior, principalmente de aquellas instituciones que reciben aportes fiscales;
- f) Las modalidades de apoyo a los estudiantes de escasos recursos, de manera de garantizar iguales oportunidades a todos y una educación que opere con claro sentido de equidad;
- g) La evaluación y autoevaluación institucionales, como forma de asegurar una permanente atención hacia los aspectos de calidad y eficiencia de la educación superior.

Con el ánimo de contribuir de manera indicativa y preliminar al trabajo que la Comisión inicia, permitanme ustedes comunicarles brevemente algunas preocupaciones del Gobierno frente a estas materias y que en muchos casos recogen inquietudes surgidas durante el estudio de los lineamientos básicos del Programa de Gobierno.

4. **Componentes institucionales del sistema de educación superior y las relaciones que deben existir entre sus varios sectores y niveles.** Es bien sabido que nuestro sistema de educación superior está compuesto hoy día por una gran variedad de establecimientos, organizados en diver-

sos sectores y niveles. La principal preocupación del Gobierno es cómo definir adecuadamente, de aquí en adelante, los límites del sistema y, por tanto, la naturaleza de lo que el país entenderá por educación superior y la calidad y funciones de las instituciones que deben hacerse cargo de impartirla. Pensamos que conviene al país la existencia de una diversidad de instituciones, pero cada una debería tener una definición y ubicación precisa en el sistema y desarrollar sus funciones específicas con relativa estabilidad, sin proponerse cambiar continuamente de posición o de actividades.

Las definiciones actuales de lo que se entiende por enseñanza superior se han vuelto extremadamente contradictorias, llegando en un extremo a identificarse con la formación universitaria ligada a la investigación y, en el otro, con cualquiera actividad educativa de nivel post-secundario. Nosotros necesitamos encontrar nuestra propia definición, ajustada a nuestra realidad, a las tradiciones nacionales y a las necesidades del desarrollo del sistema y el país.

Si el sistema que se desea organizar va a contener más de un nivel institucional y diversos sectores (público y privado, con y sin aporte fiscal, etc.) entonces es imperativo, además, que se consideren mecanismos y procedimientos adecuados para la transferencia de estudiantes y graduados de un nivel al siguiente, acercándonos de este modo al ideal de una educación continua que admite varias entradas y salidas, sin forzar a los estudiantes a prolongar sus estudios pero sin tampoco cerrarles las puertas del progreso.

5. **Modalidades del reconocimiento oficial y para la acreditación de los nuevos establecimientos que se decida crear más adelante.** Tal vez sea este uno de los puntos que requieren una más urgente y profunda revisión. Efectivamente, se ha instaurado en Chile un régimen tan permisivo para la creación de nuevas instituciones que, en menos de una década, las instituciones de enseñanza superior se han multiplicado -en el conjunto del sistema- por más de 30 veces, lo que constituye seguramente un fenómeno único a nivel mundial. Basta señalar aquí a modo de ilustración que sólo durante los meses de enero y febrero pasados, a pocos días de asumir el nuevo Gobierno, se autorizó la creación de 20 nuevas universidades.

El Gobierno estima que esta tendencia no puede seguir prosperando sin grave riesgo de producir una generalizada pérdida de legitimidad y de prestigio de la educación superior chilena.

Es evidente que un sistema dinámico de enseñanza superior necesita extender y diversificar gradualmente su base institucional. Pero cada nueva institución que se establece, en cualquier nivel, debe estar rodeada de un mínimo de exigencias académicas que garantice la seriedad de su proyecto, la calidad de su desempeño y la confiabilidad de sus diplomas y demás certificados educacionales. Lo anterior es particularmente pertinente para el caso de la creación de nuevas universidades.

A este efecto esperamos que la Comisión podrá sugerir mecanismos efectivos de control público tanto para el reconocimiento oficial de las instituciones como para su acreditación inicial, durante el período que se convenga. Un sistema con barreras demasiado rígidas terminaría por ahogar la creatividad del sistema, así como uno demasiado permisivo termina por degradar sus niveles de calidad y le hace perder el respaldo de la opinión pública y de los poderes del Estado.

El Gobierno espera, por lo mismo, que la Comisión podrá proponer mecanismos balanceados pero exigentes para el reconocimiento oficial y la acreditación de las nuevas instituciones, apartándose de esos dos extremos.

6. **Conducción, coordinación y regulación del sistema en su conjunto, en función de obtener las metas de calidad, equidad y eficiencia.** En la actualidad, nuestro sistema de educación superior crece inorgánicamente, sin mayor coordinación entre sus partes ni con el resto de la sociedad. El intento de última hora consagrado en la Ley Orgánica de Enseñanza por establecer un organismo superior que asuma dichas funciones nos merece serios reparos. En efecto, dicho organismo mezcla en su definición atribuciones relativas a la educación general, tanto básica como media, con funciones exclusivas para el ámbito de la educación superior, posee una integración poco representativa e insuficiente y su mandato es demasiado estrecho y parcializado para que pueda resultar efectivo.

Cuando miramos hacia los países más desarrollados, vemos que en todos ellos se realizan serios esfuerzos para asegurar la gobernabilidad de

sus sistemas de educación superior y su coordinación, de acuerdo a las tradiciones y necesidades de cada uno.

En este contexto pensamos que lo más importante es definir una nueva relación entre el sistema de Educación Superior en su conjunto y el Estado, que combine adecuadamente la independencia de las instituciones de Educación Superior y el legítimo interés público comprometido en este ámbito.

A este respecto, el Gobierno otorga la más grande importancia a las ideas y sugerencias que la Comisión pueda formular para materializar la creación del Consejo Nacional de Educación Superior, órgano de carácter público y autónomo que tendría a su cargo las tareas de orientación, supervisión y coordinación del sistema. En dicho órgano podrían asimismo instalarse las funciones de reconocimiento oficial y acreditación de las nuevas instituciones así como la puesta en marcha de los procesos de evaluación a que me referiré más adelante.

No aspiramos ni postulamos a una regulación de carácter burocrático del sistema de educación superior. Todo lo contrario. Precisamente por eso estamos proponiendo y queremos materializar durante el próximo año la creación de un órgano intermedio entre el Estado y sus organismos centrales y las propias instituciones que conforman el sistema de Educación Superior.

En fin, aspiramos a que el trabajo de la Comisión pueda servir en este punto para diseñar las modalidades específicas de gobierno del sistema, otorgándole la debida atención a la autonomía que por su naturaleza reclaman las instituciones intelectuales y a la necesidad de contar con capacidades e instrumentos para volver gobernable al sistema en su conjunto, en función de las metas y valores que inspiran a una sociedad democrática.

7. **Gobierno, organización y administración de los establecimientos, en particular de las universidades.** En este ámbito de asuntos, mencionaré algunas de nuestras preocupaciones:

- 7.1. **Cómo garantizar la diversidad institucional del sistema y la independencia de las instituciones, asegurando a la vez que, en cada sector y nivel, ellas respondan a un mínimo común normativo en las materias atingentes**

a su gobierno, organización y administración. **El Gobierno ha expresado claramente que desea reforzar la identidad propia y el carácter institucional distintivo de cada uno de los establecimientos de enseñanza superior, entregando gran parte de la regulación de las materias atinentes a su gobierno, organización y administración a los propios estatutos de cada uno.** Tal discrecionalidad debe ir acompañada, sin embargo, por un definido cuerpo de normas comunes para cada tipo o categoría de instituciones, especialmente en el caso de aquellas que revisten un carácter público indiscutido.

2. ¿Cómo asegurar, especialmente en el caso de las universidades, que su autogobierno institucional exprese auténticamente la participación de las respectivas comunidades académicas, sin caer en los extremos de la ineficiencia o del verticalismo autoritario?

Además, nos preocupa que se definan las modalidades que pudiera revestir la participación de los otros estamentos en la gestión de los asuntos institucionales. En este sentido vemos importante que se escuche atentamente lo que sobre este particular puedan decir los estudiantes y otros estamentos universitarios. En definitiva, las universidades, que en un inicio en el medioevo fueron definidos como una comunidad de académicos y alumnos, deben buscar los mecanismos adecuados para que esta comunidad se exprese en el gobierno universitario.

Debemos sustraernos al clima a veces extremadamente polémico con que se reviste la discusión de estas materias, **que en gran medida deben ser resueltas con carácter técnico**, atendiendo a la particular naturaleza organizacional de las universidades y demás instituciones de enseñanza superior.

Creemos que en Chile existe una rica experiencia respecto de estos asuntos, tanto de logros como de dificultades y fracasos, experiencia a la que ahora podemos recurrir para aprender y avanzar.

- 7.3. ¿Cómo promover, en el caso de todas las instituciones de enseñanza superior, un nuevo espíritu y formas organizacionales que contri-

buyan a aumentar la eficiencia de su desempeño?

Es necesario proveer a la educación superior con los estímulos necesarios para el surgimiento de un clima emprendedor y de innovación que vuelva a las instituciones más sensibles a las demandas de su medio, llevándolas a interactuar más activamente con la comunidad local y regional, con el sector productivo, con el Estado y con la comunidad científica latinoamericana e internacional.

8. **Financiamiento de la educación superior, principalmente de aquellas instituciones que reciben aporte fiscal.** Es bien conocido el hecho que en todas partes del mundo las instituciones de enseñanza superior demandan cada vez mayores recursos para poder cumplir con sus múltiples y complejas funciones. Los Estados, por su parte, no pueden incrementar indefinidamente su aportes a este sector de la educación, lo que los llevados a volverse más selectivos y exigentes a la hora de distribuir sus recursos y a impulsar a las instituciones para que diversifiquen sus propias fuentes de ingresos.

En Chile, sin embargo, enfrentamos una situación más dramática, puesto que la progresiva disminución de los recursos públicos destinados a la educación superior no han podido compensarse adecuadamente con esos otros ingresos, provocando de paso una serie de efectos indeseables sobre los niveles de operación, inversión y endeudamiento de los establecimientos.

Esperamos que la Comisión pueda sugerir políticas y medidas para ser implementadas más adelante que haciéndose cargo de las serias restricciones que existen en materia de gasto público, sirvan con todo para impulsar el desarrollo del sistema de educación superior.

**Es posible que debemos pensar, para el futuro, en políticas de financiamiento más selectivamente orientadas, que ataquen los desbalances regionales existentes, que contribuyan a volver más equitativo el acceso al sistema, que fortalezcan la investigación básica y aplicada que se realiza en las universidades y que se encaminen hacia metas claramente convenidas y evaluadas según sus resultados.**

9. **Modalidades de apoyo a los estudiantes de escasos recursos, de manera de garantizar igua-**



les oportunidades a todos y una educación que opere con claro sentido de equidad. El gobierno atribuye particular significaco a este aspecto de las políticas de enseñanza superior, puesto que él se encuentra estrechamente ligado a uno de los objetivos más resaltantes de su programa de acción durante este período constitucional. Mejorar la distribución de oportunidades en todos los planos de la vida nacional es, en efecto, uno de los compromisos básicos del Gobierno del Presidente Aylwin.

En el ámbito de la educación superior, sin embargo, no estamos avanzando en la dirección buscada sino que, por el contrario, existen indicios fundados de que hemos estado retrocediendo durante la última década. La cobertura de la educación propiamente universitaria se encuentra estancada al tiempo que las nuevas oportunidades que se crean en los otros niveles de la enseñanza superior son accesibles fundamentalmente previo pago de la educación que se busca y esto, difícilmente se puede compatibilizar con un Sistema de Educación Superior que busca la equidad para todos aquellos que quieren alcanzarla.

El régimen del crédito universitario, en vez de facilitar las cosas, ha introducido una serie de limitaciones y efectos negativos para los estudiantes y jóvenes profesionales, al punto que hoy día prácticamente no goza del apoyo del país y las posibilidades de recuperar el crédito que se otorga han terminado para la inmensa mayoría del sistema universitario en un hecho prácticamente imposible. Hoy no más del 20% del crédito universitario se vuelve a pagar al Estado.

Oportunamente haré llegar a la Comisión las ideas del Ministerio de Educación en esta materia así como el fundamento de las iniciativas que el Gobierno está interesado en impulsar a partir del próximo año. Sin perjuicio de ello espero que el trabajo de la Comisión abordará esta materia como uno de sus asuntos más importantes, ligándolo estrechamente a la propuesta de políticas y mecanismos de financiamiento de la educación superior.

10. **Evaluación y autoevaluación del sistema universitario, como forma de asegurar una permanente atención hacia los aspectos de calidad y eficiencia de la educación superior.** Igual como ocurre con diversas otras funciones de

la sociedad, aquellas que son propias del sistema de educación superior son complejas y no se prestan para evaluaciones simples de su calidad y rendimiento. Sin embargo, observamos con interés cómo en la mayoría de las sociedades más desarrolladas -sea Gran Bretaña, Estados Unidos, y Países Europeos- se ha venido adoptando durante las últimas dos décadas, una variedad de mecanismos de evaluación destinados a garantizar un incremento de calidad y eficiencia de los servicios que la educación superior ofrece a la sociedad.

El Gobierno estima imprescindible que en Chile avancemos en esa misma dirección, aprovechando la experiencia internacional que es muy abundante y buscando soluciones adaptadas a nuestra propia realidad y necesidades.

**No queremos que el Estado administre los mecanismos que pudieran establecer** para evaluar los Sistemas de Educación Superior, dado que la experiencia nos enseña que esa forma de proceder a la larga resulta inoperante y constituye un freno para el desarrollo de las instituciones. **En cambio, creemos que es urgente, entre otros mecanismos, estimular las prácticas internas de autoevaluación de las propias instituciones,** proceso que debería ir acompañado por el establecimiento de mecanismos externos de evaluación, basados en el juicio experto de los pares de la comunidad académica nacional o incluso internacional, cuando así se estime conveniente.

Creemos que un organismo como el Consejo Nacional de Educación Superior debiera ser pensado y diseñado de tal forma que también ese Consejo pudiera asumir esta función de evaluación del rendimiento del Sistema de Educación Superior.

Aspiramos, en suma, a que gradualmente se vuelva una práctica común dentro de nuestro sistema de educación superior, las existencia de procesos técnicamente sustentados de evaluación y autoevaluación institucionales. Las propuestas que la Comisión haga a este respecto constituirán sin lugar a dudas uno de sus aportes más cruciales para el futuro desarrollo de la educación superior chilena.

Estoy seguro que el cumplimiento de esta misión, la Comisión encontrará la decidida colaboración de las instituciones de educación superior del país, públicas y privadas, de la comunidad científ-

fica nacional y de los organismos representativos de los académicos, de los estudiantes y del personal no académicos. Por nuestra parte, ustedes pueden contar con el pleno apoyo del Ministerio de Educación. Asimismo, si se estimara necesario durante el transcurso de otros organismos del Gobierno, por cierto que ustedes podrán contar con la colaboración de este Ministerio para facilitar dichos contactos.

Quisiera terminar reiterándoles que el Gobierno otorga la mayor trascendencia al trabajo que ahora emprende la Comisión y volver a subrayar que esperamos que sus propuestas y sugerencias pueden iniciar el camino de un amplio consenso nacional en este sector tan importante del país. La educación superior es efectivamente una tarea de todos y su futuro nos compromete como país, por encima de las legítimas diferencias que existen en

la comunidad nacional.

De lo que se trata es que a partir de esas distintas diferencias ópticas podamos definir una política para la Educación Superior que nos acerque a los grandes desafíos del Siglo XXI.

Finalmente quisiera decirles que estos lineamientos que hemos hecho, que obviamente se los heremos llegar por escrito, nos gustaría también hacerlos extensivos a la comunidad académica universitaria. En cierto modo ellos contribuyen a definir los lineamientos de la política del Gobierno del Presidente Aylwin, y que nos parece que deben ser considerados como un insumo para el trabajo de esta Comisión. Pero por cierto, son Uds. los llamados a evaluar las sugerencias que hemos hecho.

Muchas gracias

# **CIA. EXPLOTADORA DE MINAS SAN ANDRES LTDA.**

**FILIALES**

**CIA. MINERA SAN JOSE LTDA.  
CIA. MINERA SAN RAFAEL S.C.M.  
SOC. LEGAL MINERA RESTAURADORA**

**PLANTAS ELISA DE BORDOS  
PLANTA SAN JOSE  
PLANTA SAN RAFAEL**

**CHAÑARCILLO 490 — FONOS 212047 - 212048 — TELEX 227372 CEMSA CL — CASILLA 366 — FAX 212048  
COPIAPO**

# ORGANIZACION DEL EMPRESARIADO REGIONAL (CORPROUDA.)

Por : MARIO MATURANA CLARO, RECTOR

Al terminar sus nueve primeros años de vida, contando con un cuerpo académico nuevo pero con una perspectiva real de consolidación, asumiendo en forma objetiva las funciones de docencia, investigación y extensión, la Universidad ha determinado el entorno regional como campo prioritario de acción.

Esta decisión nace, además, de la constatación que el objetivo último del sector empresarial, de los gobiernos regional y comunales es uno mismo: el desarrollo económico, social y cultural de la Región de Atacama, en definitiva: la promoción, del hombre atacameño. Objetivo, éste, que sin duda corresponde a la Universidad apoyar en forma significativa a través de la promoción de la cultura en general.

Esta clara conciencia de la tarea regional de la Universidad de Atacama hace necesario promover la creación de un organismo que agrupe a los diversos sectores empresariales, con el objeto que constituya un elemento integrador de las dos visiones que deben relacionarse: la visión académica-teórica y la visión empresarial-práctica.

La relación con los gobiernos regional y comunales es institucional - orgánica, de manera que no requiere organización.

La relación con el empresario, en cambio, ha sido difícil, puntual y discontinua sus resultados no han quedado organizados para un estudio posterior.

La necesidad, entonces, de institucionalizar esta relación, nos lleva a proponer al empresariado la formación de una corporación de derecho privado que los agrupe y permita un lugar de encuentro entre empresas y Universidad, y reunir los recursos que la Universidad requiere para llevar adelante los proyectos

de investigación, transferencia tecnológica, capacitación, difusión cultural etc., necesario para apoyar el desarrollo de las empresas.

## a) Objetivos.-

Los estatutos de CORPROUDA señalan que tendrá por objeto "colaborar con la Universidad de Atacama en el desarrollo de sus actividades científicas, tecnológicas y humanísticas que tiendan a mejorar las condiciones de vida de la comunidad regional y Nacional".

Agregan los mismos estatutos, que para alcanzar esta finalidad la Corporación podrá formular y ejecutar proyectos, por sí o asociada con otras personas naturales o jurídicas, en las áreas de producción y servicios, relacionadas con la minería, la agricultura, los recursos del Mar y lo artístico cultural, sin perjuicio de extender sus actividades a otras áreas del conocimiento científico, tecnológico y humanístico.

En síntesis, la Corporación desarrollará dos tipos de actividades; la primera se refiere a proyectos de investigación aplicada, transferencia tecnológica capacitación y extensión cultural, para satisfacer necesidades de las empresas, proyectos que serán liderados por académicos de la Universidad y, la segunda dice relación con la reunión de los recursos necesarios para desarrollar dichos proyectos.

El cumplimiento de estos objetivos es una aspiración común de la Universidad y el empresariado, pues permitirá a la primera participar en actividades académicas significativas debidamente financiadas y a

los empresarios dar real solución a problemas que no han podido resolver unilateralmente o individualmente.

Entre los problemas se pueden mencionar los siguientes: salinidad del Valle de Copiapó, búsqueda de nuevos usos para los minerales, problemas de tratamiento de minerales, fortalecimiento del ambiente cultural, etc.

### b) Estructura y Organización.-

Con el objeto de cumplir las referidas funciones y alcanzar de consiguiente sus finalidades la Corporación tendrá una estructura orgánica simple: un gerente, un jefe de estudios y una secretaria.

El Consejo Directivo, que por dos años estará constituido por todos los fundadores, tiene un Presidente, un Vice Presidente y un Comité Ejecutivo de siete miembros: un representante de la Agricultura, una de la Pesca, uno de los Servicios y tres de la Minería.

Por disposición estatutaria, el Rector de la Universidad de Atacama forma parte, por derecho propio, del Consejo Directivo y del Comité Ejecutivo.

En lo relativo a las funciones de la Corporación, se distribuirán dos grandes áreas:

- i) Área de Proyecto de investigación, de transferencia tecnológica, de capacitación, atención, etc.
- ii) Área de Recursos, con el objeto de formar empresas, especialmente de servicios, para allegar recursos. Se piensa en una empresa de corretaje de seguros, que unifique el poder comprador de seguros de los fundadores, una imprenta para atender a la Región, uso de patentes de invención, etc.

La misma Universidad está pensando en transferir a Corporación el manejo de una planta de tratamiento de minerales que posee.

Cada proyecto, sea académico o de recursos, tendrá un tratamiento independiente, en cuanto a su financiamiento y desarrollo.

Los proyectos de recursos constituirán empresas en la mayoría de los casos.

Los proyectos académicos deberán ser dirigidos por académicos de la Universidad y en cuanto a su financiamiento se visualizan los siguientes, entre otros; aportes de las empre-

sas interesadas, aportes regionales y comunales y donaciones a la Universidad, descontables de impuestos.

En este momento se estudia la creación de un Banco Regional de Datos, que incorpore y organice la información emanada de programas de estudios, realizados por Serplac III Región, Corfo - Inia, Sag, Indap y Sernageomin, el que tendrá financiamiento privado y público y, seguramente, se radicará en la Universidad.

### c) Fundadores.-

La lista de las personas y empresas fundadores de CORPROUDA es la siguiente:

1. SR. ALFONSO PROHENS ARIAS
2. SR. ELIAS NICOLAS ELIAS
3. SR. GUILLERMO ROJAS SAEZ
4. SR. IVAN MONTENEGRO ARANCIBIA
5. CODELPA LTDA.
6. SOCIEDAD MINERA LA CONDESA
7. COMPAÑIA EXPLORADORA DE MINAS SAN ANDRES LTDA.
8. COMPAÑIA MINERA COMERCIAL SALIHOCHSCHILD S.A.
9. COMPAÑIA MINERA PUNTA DEL COBRE S.A. (Subsidiaria ENAMI)
10. COMPAÑIA MINERA OJOS SALADO S.A.
11. BANCO CONCEPCION
12. BANCO OSORNO
13. EMPRESA ELECTRICA ATACAMA S.A.
14. COMPAÑIA MINERA ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.
15. SOCIEDAD MINERA LA FLORIDA
16. COMPAÑIA MINERA MANTOS DE ORO
17. ASOCIACION MINERA DE COPIAPO
18. VECCHIOLA Y CIA.
19. PESQUERA PLAYA BLANCA S.A.
20. EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA.
21. SOCIEDAD COLECTIVA MINERA NUÑEZ HNOS.
22. SOC. AGRICOLA AMOLANAS

El acto constitutivo se realizó en Copiapó, el 31 de mayo pasado, en presencia de las autoridades regionales, los fundadores y los académicos de la Universidad.

Resulta necesario destacar la importancia de las empresas fundadoras, entre las que se cuentan las más grandes del mundo en el área de la minería.

Cada uno de los fundadores aportó un millón de pesos, de modo que el patrimonio inicial asciende a \$22.000.000.-

## EL DESAFIO UNIVERSITARIO

### a) La Respuesta de la Academia

La organización del mundo empresarial no es un objetivo en sí, a través de él este sector de la actividad social desea integrar a la Universidad en la solución de sus problemas de desarrollo, mediante la investigación aplicada, la transferencia tecnológica, la capacitación y difusión cultural.

Este objetivo significa un desafío inmediato y urgente a la academia de la Universidad de Atacama.

Resulta indispensable que los académicos asuman con decisión la tarea, recibiendo los problemas de las empresas, darles carácter de proyecto de investigación, desarrollarlos y llevarlos a término.

Dichos proyectos deberán comprender la determinación del Jefe del proyecto, los académicos participantes, sean de la Universidad o de otras partes del país o del extranjero; ya que nuestra Universidad no cultiva la gran mayoría de las disciplinas.

Los mismos proyectos deberán comprender la determinación de los elementos que deberán adquirirse, los laboratorios que deberán fortalecerse o crearse y todo el apoyo material que requiere un proyecto de investigación o académico, en general.

Este es un desafío que nuestra academia deberá asumir.

### b) El Tratamiento académico-administrativo de los proyectos

La visión de los proyectos desde el interior de la Universidad es distinta de la que se tiene desde el entorno empresarial y, por consiguiente, los objetivos son algo disímiles. Esta realidad determina un distinto tratamiento, o un tratamiento especial de los proyectos dentro de la Universidad.

Este tratamiento, que llamo académico-adminis-

trativo, tiene por objeto determinar, entre otras cosas, lo siguiente:

- i) Académico Jefe de Proyectos y participantes.
- ii) Remuneraciones de los participantes.
- iii) Administración del proyecto, de sus elementos humanos y físicos.

Este tratamiento es complejo y dentro de la Universidad de Atacama hemos tratado de resolverlo mediante el concepto de "Proyecto Especial".

Damos carácter de proyecto especial a aquella actividad de investigación aplicada, asistencia técnica, consultoría, capacitación o extensión en beneficio de un tercero y que se determina en un convenio, que obliga a la Universidad y a ese tercero.

Administrativamente, cada proyecto se determina mediante una resolución universitaria, que determina el objetivo, los participantes, los incentivos que percibirán los académicos, las gratificaciones que corresponde a los participantes, incluidos el personal administrativo y, algo muy importante, la distribución interna de los excedentes que pudiera dejar el proyecto.

## CONCLUSIONES

Creemos que la experiencia de una corporación para el desarrollo de la Universidad, pueden hacer posible obtener los siguientes objetivos, entre otros:

- a) Constituir un órgano que integre la visión académica y la visión de empresario, en relación con el desarrollo económico, social y humano de una determinada región.
- b) Constituir una fuente real, entre muchas otras, de financiamiento de significativas actividades académicas.
- c) Constituir un medio que facilite a los académicos participar en la solución de problemas de importancia social y económica de los sectores productivos.

# PREDICCIÓN DE CAÍDA DE PRESIÓN EN EL TRANSPORTE DE SUSPENSIONES SÓLIDO-LÍQUIDO

Rolando Vega\*, Arturo Christiansen\*, Waldo Núñez\*\* y Miguel Chamorro\*\*

## RESUMEN:

Se efectuó una recopilación de los diferentes métodos empíricos y semi teóricos para predecir la caída de presión en el flujo bifásico sólido-líquido, a través de cañerías de sección circular, con el propósito de compararlas con datos obtenidos en procesos industriales.

Se tomaron datos experimentales de caída de presión en cañerías de relaves de las siguientes Empresas Mineras: Compañía Minera Ojos del Salado (Planta Pedro Aguirre Cerda), Empresa Nacional de Minería (Planta Manuel Antonio Matta), Compañía Minera San Andrés (Planta Elisa de Bordos), Compañía Minera San Andrés (Planta San José), Compañía Exploradora y Explotadora Minera Chilena-Rumana Ltda. (Planta Coemin) y Compañía Minera y Comercial Sali Hochschild S.A. (Planta Ojanco). Además, se recopilaron datos experimentales publicados en la literatura científica (1) y que corresponden a las siguientes industrias: Compañía Minera Disputada de las Condes, Compañía Minera Andina y Cemento Cerro Blanco de Polpaico. Los relaves de estas industrias presentan una amplia granulometría y, con excepción del modelo de Turian, mayoritariamente caen en la categoría de "mezclas heterogéneas transportadas en suspensión".

Se concluye que todos los modelos predicen satisfactoriamente las pérdidas por disipación viscosa cuando la concentración es  $\leq 20\%$  en volumen. Para propósitos de diseño, y por su simplicidad, se recomienda utilizar los modelos de Durand (2) y Newitt (3). Por otra parte, si la concentración es superior a  $20\%$  y menor a  $30\%$  en volumen se recomienda emplear el modelo de Turian (8).

## INTRODUCCION

El diseño de sistemas de transporte de mezclas sólido-líquido se realiza, por lo general, suponiendo que a través del sistema bajo presión circula un fluido puro y sobredimensionando los equipos de bombeo. Esto último, se debe en gran parte a la carencia de un estudio que compare la efectividad de los diversos modelos, para predecir la caída de presión en mezclas sólido-líquido, con mediciones industriales.

Los estudios básicos realizados por Durand (2), Newitt (3) y otros (6), (7), (8), (10), (12) confrontan la validez de sus modelos con mediciones a nivel de planta piloto y empleando suspensiones preparadas con sólidos de pequeño rango de tamaños, situación que indudablemente no se presenta a nivel industrial.

El trabajo que se expone está dirigido a presentar los modelos propuestos por diferentes investigaciones, confrontar su efectividad con datos tomados en plantas industriales y proponer las correlaciones más adecuadas para predecir las pérdidas por disipación viscosa en el flujo de mezclas sólido-líquido.

En la literatura científica se puede constatar que los diferentes autores clasifican las mezclas de diferentes formas. Sin embargo, a modo general, es posible distinguir cuatro tipos fundamentales que se describen a continuación:

### a.- MEZCLA HOMOGENEA

En este régimen las partículas sólidas viajan a la misma velocidad que el fluido, no hay gradiente de concentración en un plano perpendicular al flujo, y el comportamiento general de la mezcla es muy similar

\* Departamento de Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama, Copiapó (Chile).

\*\* Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama, Copiapó (Chile).

al de un fluido puro. Las partículas sólidas alteran las propiedades del líquido, especialmente la viscosidad.

**b.- MEZCLA HETEROGENEA**

A los sólidos aún se les puede asignar la misma velocidad del fluido, pero con ciertas restricciones en las cercanías de las paredes de la tubería. Las partículas tienden a caer formando un gradiente vertical de concentración, pero sin que las partículas choquen notoriamente con las paredes.

**c.- MEZCLA CON LECHO MOVIL**

En este régimen el líquido no es capaz de mantener en suspensión la totalidad de las partículas sólidas; las más pesadas caen y son arrastradas en contacto con la superficie inferior de la tubería, ya sea a saltos, deslizándose o rodando, mientras que las más livianas y pequeñas continúan aún en suspensión. De esta forma, el flujo presenta una nube de partículas desplazándose a distinta velocidad que el fluido por el fondo, y otra nube de partículas en suspensión por encima de aquella.

**d.- MEZCLA CON LECHO FIJO**

Si la velocidad de la mezcla es relativamente débil, el fluido es incapaz de arrastrar las partículas mas pesadas; éstas se depositan en el fondo de la tubería formándose sucesivas capas de sólidos. Este proceso implica, obviamente, una disminución del área de flujo y por lo tanto un aumento de la velocidad. Este régimen puede estabilizarse para un área de flujo dada que impida toda depositación posterior; por otro lado, la disminución del diámetro interno de la tubería puede provocar un fuerte aumento de la pérdida de carga del sistema, obteniéndose así una obstrucción completa de la tubería.

**MODELOS PARA PREDECIR PERDIDAS POR DISIPACION VISCOSA EN FLUJO DE SUSPENSIONES SOLIDO-LIQUIDO.**

Antes de presentar un breve resumen de los estudios efectuados por diversos investigadores, es preciso aclarar algunos conceptos básicos con el fin de un mejor entendimiento de los diferentes modelos que se proponen.

Aplicando un balance de energía mecánica a un

sistema constituido por una cañería horizontal (no hay elemento mecánico), de sección constante, en cuyo interior se encuentra un fluido fluyendo con una velocidad media (V), debido a un gradiente de presión, se tiene:

$$\frac{\Delta}{E_v} = - \frac{\Delta p}{\rho} \tag{1}$$

donde  $-\Delta p$  representa la caída de presión a través del sistema,  $\rho$  la densidad del fluido y  $\frac{\Delta}{E_v}$  las pérdidas por disipación viscosa expresadas en unidades de energía por unidad de masa de fluido que escurre, o en altura de fluido, ya que toda presión se puede expresar en altura de fluido.

Si a través del sistema indicado anteriormente fluye una mezcla sólido-líquido de densidad  $\rho_m$ , las pérdidas por disipación viscosa de la mezcla ( $\frac{\Delta}{E_v}$ )<sub>m</sub> pueden expresarse en altura de suspensión.

Si a través de una cañería recta, de sección circular, fluye un fluido puro, las pérdidas por disipación viscosa ( $\frac{\Delta}{E_v}$ )<sub>m</sub> se evalúan mediante la expresión:

$$\frac{\Delta}{E_v} = 2f \frac{L}{D} V^2 \tag{2}$$

donde  $f$  denota el factor de fricción de Fanning y  $L$  y  $D$  representan el largo y el diámetro interior de la cañería, respectivamente.

Dividiendo la ecuación anterior por  $g$  y denominando  $J^*$  al término  $2fV^2/gD$ , la ecuación (2) puede escribirse como:

$$\frac{\Delta}{E_v} = J^* \tag{3}$$

donde  $g$  indica aceleración de gravedad y  $J^*$  las pérdidas por disipación viscosa expresadas en altura de fluido por unidad de longitud de cañería. De esta manera, si el fluido que circula a través de la cañería con velocidad media  $V$ , es agua o suspensión, las pérdidas por disipación viscosa  $J_w$  o  $J_m$  estarán expresadas en altura de agua o suspensión por unidad de longitud de cañerías, respectivamente.

La relación que existe entre  $J_w$  y  $J_m$  es:

$$J_w \rho_w = J_m \rho_m = J^* \rho^* \tag{4}$$

## MODELOS PROPUESTOS POR DURAND (2)

Por varios años, Durand (2) realizó sistemáticas investigaciones sobre el transporte hidráulico de sólidos por cañerías, en especial con carbón, arena y grava. Primeramente, trabajó con sólidos tamizados de rango estrecho para luego proseguir con mezclas naturales y artificiales.

Su sistema empleado abarcó cañerías de 0.038 a 0.711 (m), diámetros de sólidos de 0.0025 a 0.1 (m) y concentraciones hasta 600 (g/l).

De acuerdo al tamaño de los sólidos, este investigador clasifica las mezclas en:

- Mezclas Homogéneas. Diámetros menores que 30 micrones
- Mezclas Intermedias. Diámetros entre 30 y 50 micrones
- Mezclas Heterogéneas. Diámetros mayores que 50 micrones

En las mezclas homogéneas se pueden presentar dos tipos de regímenes de flujo: laminar y turbulento. El régimen laminar de mezclas homogéneas no es estable, ya que al cabo de un cierto tiempo se forma un sedimento altamente concentrado en el fondo de la cañería. Para este régimen de flujo, no se proponen expresiones para evaluar las pérdidas por disipación viscosa por constituir una operación de escaso uso a nivel industrial (4).

En régimen turbulento, las pérdidas por disipación viscosa son iguales a las del agua clara, ya que a altas velocidades se tienen elevados números de Reynolds y los factores de fricción permanecen prácticamente constantes. Por lo tanto:

$$\Delta(\dot{E}v)m = JmL = Jw \cdot L \frac{\rho w}{\rho m} \quad (5)$$

donde  $\Delta(\dot{E}v)m$  son las pérdidas por disipación viscosa de la mezcla, expresadas como altura de mezcla.

El autor no propone un tratamiento para las mezclas intermedias.

En mezclas heterogéneas existe la posibilidad de que se produzcan depósitos estacionarios de sólidos en la cañería. Dichos depósitos deben evitarse en el diseño de líneas y para ello, el autor indica que debe operarse con una velocidad mayor que la velocidad límite de depósito,  $V_L$ , definida como:

$$V_L = FL \sqrt{2gD(s-1)} \quad (6)$$

donde  $FL$ , según Durand (5), es un parámetro que depende de la concentración de sólidos en volumen y del diámetro de partícula característico de la mezcla, y  $s$  es la gravedad específica del sólido.

Para mezclas heterogéneas, Durand (2) propone la siguiente correlación, válida para todas las formas de sólidos que se presentan en materiales comunes.

$$\frac{J-Jw}{C Jw} = \phi = K \left| \frac{gD}{V^2} (s-1) \frac{1}{\sqrt{C_x}} \right|^{3/2} \quad (7)$$

donde  $J$  y  $Jw$  son las pérdidas por disipación viscosa para la mezcla y el agua respectivamente, expresadas en altura de agua por unidad de longitud de cañería,  $C$  es la concentración volumétrica de sólidos,  $C_x$  es el coeficiente de arrastre de las partículas y  $K$  es una constante, cuyo valor calculado por otros investigadores (6), es 81.

Para propósitos de diseño, se recomienda emplear una velocidad mayor que  $V_L$  (7).

## MODELOS PROPUESTOS POR NEWITT (3)

Este investigador basa su tratamiento en consideraciones teórico-experimentales. Trabajó con una gran cantidad de materiales, entre los que se cuentan: carbón, arena, dióxido de manganeso y otros. Todas sus experiencias fueron realizadas en cañerías de diámetro 0.025 (m).

Newitt (3) clasifica las mezclas según las velocidades de transición  $V_H$  y  $V_B$  como:

- Mezclas homogéneas, si  $V > V_H$
- Mezclas heterogéneas en suspensión, si  $V_B < V < V_H$
- Mezclas heterogéneas con lecho móvil, si  $V < V_B$

Las velocidades de transición, se obtienen igualando las correlaciones correspondientes a dos tipos de mezclas sucesivas y son:

$$V_H = (1800 gD V_{oo})^{1/3} \quad (8)$$

y

$$V_B = 17 V_{oo} \quad (9)$$

donde  $V_{oo}$  representa la velocidad de sedimentación libre de las partículas.

La suposición básica que establece Newitt (3), es sostener que existe una relación aditiva de las contri-



buciones del líquido y de los sólidos a la pérdida total por disipación viscosa, es decir:

$$J = J_w + J_s \quad (10)$$

donde  $J$ ,  $J_w$  y  $J_s$  se expresan en altura de agua por unidad de longitud de cañería. Además, el autor indica que mientras no se pueda obtener un balance cuantitativo exacto de energía para un sistema de transporte hidráulico de sólidos, es posible proponer expresiones para la estimación de las pérdidas por disipación viscosa, basadas en consideraciones teóricas, en términos de los parámetros más importantes del sistema.

Las suspensiones de partículas muy finas, se comportan como fluidos homogéneos de densidad  $\rho_m$ , siendo

$$\rho_m = \rho_w + C (\rho_s - \rho_w) \quad (11)$$

donde  $\rho$  denota densidad y los subíndices  $m$ ,  $w$  y  $s$  indican mezcla, agua y sólido, respectivamente.

Bajo condiciones de flujo turbulento, los factores de fricción para la mezcla y el agua,  $f_m$  y  $f_w$ , son iguales. Por lo tanto, las pérdidas por disipación viscosa para la mezcla son iguales a las del agua clara, con la condición que sean expresadas en términos de altura de agua, es decir:

$$J_m = J_w = J \frac{\rho_w}{\rho_m} \quad (12)$$

Sustituyendo  $\rho_m$  en ecuación (11) y reordenando, se tiene:

$$\frac{J - J_w}{C J_w} = \emptyset = (s-1) \quad (13)$$

Newitt (3), comprobó experimentalmente que la correlación correcta es:

$$\frac{J - J_w}{C J_w} = 0.6 (s - 1) \quad (14)$$

El modelo propuesto para mezclas heterogéneas se basa en la igualdad entre el trabajo realizado por las partículas sobre el fluido y el trabajo que realiza éste sobre las partículas.

El trabajo realizado por las partículas sobre el fluido  $W_{pf}$ , obtenido a partir de un balance estacionario de fuerzas sobre una partícula contenida en un

volumen  $V^*$  de suspensión de concentración  $C$ , que ocupa una unidad de longitud de cañería es:

$$W_{pf} = C V^* (\rho_s - \rho_w) \frac{K_s V_{oo} g}{V} \quad (15)$$

donde  $K_s$  es una constante de proporcionalidad para la velocidad de sedimentación y que en alguna extensión considera la disminución de velocidad de caída con el aumento de concentración. Por otra parte, el trabajo realizado por el fluido sobre las partículas,  $W_{fp}$ , está dado por la expresión:

$$W_{fp} = J_s^* V^* \rho_m g \quad (16)$$

siendo  $J_s^*$  las pérdidas por disipación viscosa de los sólidos en términos de altura de suspensión por unidad de longitud de cañería.

De ecuaciones (15) y (16) y expresando las pérdidas de los sólidos en términos de altura de agua, se obtiene:

$$J_s = K_s C (s - 1) \frac{V_{oo}}{V} \quad (17)$$

y aplicando la ecuación (10) y reagrupando constantes, se obtiene:

$$\frac{J - J_w}{C J_w} = \emptyset = K (s - 1) \frac{V_{oo}}{V} \frac{g D}{V^2} \quad (18)$$

Newitt (3), encontró experimentalmente que  $K=1100$ .

La obtención del modelo para mezclas heterogéneas con lecho móvil, es análoga a la anterior, considerando que ahora existe fricción sólido-sólido entre las partículas y el fondo de la cañería.

El modelo para este tipo de mezclas es:

$$\frac{J - J_w}{C J_w} = \emptyset = K' (s - 1) \frac{g D}{V^2} \quad (19)$$

Experimentalmente, se encontró que  $K' = 66$

## MODELOS PROPUESTOS POR ZANDI Y GOVATOS (6)

Estos investigadores realizaron una investigación vía computacional formando un banco de datos de 1452 puntos. Comprobaron la exactitud de diferentes modelos propuestos por diversos investigadores, con-

cluyendo que la correlación que predice los valores experimentales es el modelo propuesto por Durand, escrito de la forma:

$$\frac{J - J_w}{C J_w} = \phi = n \left| \frac{V^2 \sqrt{C_x}}{g D (s-1)} \right|^m = n \phi^m \quad (20)$$

donde  $n$  y  $m$  son constantes que dependen del valor de  $\phi$ .

Además, encontraron que podía definirse un número índice,  $N_1$ , que permite clasificar las mezclas de la siguiente forma:

- Si  $N_1 > 40$ , la mezcla es heterogénea transportada en suspensión.
- Si  $N_1 < 40$ , la mezcla es heterogénea transportada por saltos

El número índice,  $N_1$ , está definido como:

$$N_1 = \frac{V^2 \sqrt{C_x}}{g C D (s-1)} \quad (21)$$

Zandi y Govatos (6) indican que la ecuación (20) predice bien las pérdidas por disipación viscosa sólo si  $N_1 \geq 40$ . Los valores de las constantes se obtuvieron con los datos del banco en que  $N_1 \geq 40$ , resultando ser:

- Si  $\phi > 10$ ;  $n = 6.3$  y  $m = -0.354$
- Si  $\phi < 10$ ;  $n = 280$  y  $m = -1.93$

## MODELOS PROPUESTOS POR TURIAN (8)

Los investigadores R. Turian y T. Yuan, basaron su trabajo en 2848 puntos experimentales. De este total, 1912 datos fueron recopilados de la literatura y los 936 puntos restantes fueron obtenidos por estos investigadores en líneas de 0.0508, 0.0254 y 0.012 m. de diámetro interno.

El rango de las variables del número total de puntos puede resumirse en los siguientes aspectos:

- diámetro de tubería (m) 0.0126 - 0.699
- densidad de los sólidos (Kg/m<sup>3</sup>) 1160 - 11300
- tamaño de partícula (m)  $2.97 \times 10^{-6}$  -  $3.8 \times 10^{-2}$
- concentración de sólidos en volumen (%) 0.006 - 42
- velocidad media (m/s) 0.009 - 6.7

El cuerpo total de datos experimentales abarcó los cuatro tipos de mezcla: lecho fijo, lecho móvil (por salto), heterogénea y mezcla homogénea.

En trabajos previos, y con una base limitada de datos, Turian (11) encontró que la ecuación empírica:

$$f - f_w = K C^\alpha f_w^\beta C_x^\gamma \left| \frac{V^2}{g D (s-1)} \right|^\delta \quad (22)$$

podía emplearse para encontrar una correlación satisfactoria para predecir la caída de presión en flujo de mezclas sólido-líquido.

Las constantes  $K$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$  se determinaron ajustando los datos experimentales para cada tipo de mezcla en particular. En la ecuación (22)  $f$  y  $f_w$  son los factores de fricción para la suspensión y el agua a la misma velocidad media. La forma de la expresión anterior es empírica, pero la elección de los grupos adimensionales que figuran en ella se basan en el análisis dimensional.

Suponiendo que la ecuación (22) es válida para dos regímenes de flujo contiguos a y b, entonces en el punto de transición se puede escribir

$$(f - f_w)_a = (f - f_w)_b \quad (23)$$

De expresiones (22) y (23) se obtiene:

$$\frac{V^2}{g D (s-1)} = K_t C^{\alpha_t} f_w^{\beta_t} C_x^{\gamma_t} \quad (24)$$

donde las constantes  $K_t$ ,  $\alpha_t$ ,  $\beta_t$  y  $\gamma_t$  tienen la siguiente forma:

$$K_t = \frac{K_b}{K_a} \frac{1}{\delta_a - \delta_b} \quad (25)$$

$$\alpha_t = \frac{\alpha_b - \alpha_a}{\delta_a - \delta_b} \quad (26)$$

$$\beta_t = \frac{\beta_b - \beta_a}{\delta_a - \delta_b} \quad (27)$$

$$\gamma_t = \frac{\gamma_b - \gamma_a}{\delta_a - \delta_b} \quad (28)$$

Empleando la ecuación (24) los autores definen un

grupo adimensional denominado "Número Régimen", el cual tiene la forma:

$$R_{ab} = \frac{V^2}{k_t C^{at} f_w^{\beta t} C_x^{\gamma t} g D (s-1)} \quad (29)$$

El punto de transición entre los regímenes de flujo "a" y "b" está dado por  $R_{ab} = 1$ . Si la velocidad media  $V$  se incrementa entonces  $R_{ab} > 1$ . Esto último indica la presencia de un régimen de flujo más rápido. Por el contrario,  $R_{ab} < 1$  corresponde a un régimen de flujo más lento.

Los autores designan los regímenes de flujo por números, tal como se indica:

- Régimen con lecho estacionario (Régimen 0).

Para este régimen, de la ecuación (22) se encontró que:

$$f - f_w = 0.4036 C^{0.7389} f_w^{0.7717} C_x^{-0.4054} \left| \frac{V^2}{g D (s-1)} \right|^{-1.096} \quad (30)$$

- Régimen con salto (Régimen 1)

De manera análoga al caso anterior se encontró que:

$$f - f_w = 0.9857 C^{1.018} f_w^{1.046} C_x^{-0.4213} \left| \frac{V^2}{g D (s-1)} \right|^{-1.354} \quad (31)$$

- Régimen Heterogéneo (Régimen 2)

$$f - f_w = 0.5513 C^{0.8687} f_w^{1.2} C_x^{-0.1677} \left| \frac{V^2}{g D (s-1)} \right|^{-0.6938} \quad (32)$$

- Régimen Homogéneo (Régimen 3)

$$f - f_w = 0.844 C^{0.5024} f_w^{1.428} C_x^{0.1516} \left| \frac{V^2}{g D (s-1)} \right|^{-0.3531} \quad (33)$$

El número régimen  $R_{i(i+1)}$ , correspondiente a la transición entre los regímenes  $i$  e  $(i+1)$ , se determinó empleando las ecuaciones (25) a (28) junto con los valores apropiados de las constantes ajustadas, dadas por las ecuaciones (30) a (33).

De esta forma se tiene que:

$$R_{01} = \frac{V^2}{31.93 C^{1.083} f_w^{1.064} C_x^{-0.0616} g D (s-1)} \quad (34)$$

$$R_{12} = \frac{V^2}{2.411 C^{0.2263} f_w^{-0.2334} C_x^{-0.3840} g D (s-1)} \quad (35)$$

$$R_{23} = \frac{V^2}{0.2859 C^{1.075} f_w^{-0.67} C_x^{-0.9375} g D (s-1)} \quad (36)$$

Del número total de puntos experimentales (2848), 119 datos no pudieron representarse mediante la configuración normal señalada anteriormente. Un análisis más riguroso efectuado por los autores, demostró que estos datos formaban zonas de transición diferentes a las indicadas anteriormente. Así, encontraron tres nuevas zonas de transición y que son:

$$R_{13} = \frac{V^2}{1.167 C^{0.5153} f_w^{-0.382} C_x^{-0.5724} g D (s-1)} \quad (37)$$

$$R_{02} = \frac{V^2}{0.4608 C^{-0.3183} f_w^{1.065} C_x^{-0.5906} g D (s-1)} \quad (38)$$

$$R_{03} = \frac{V^2}{0.3703 C^{0.3183} f_w^{-0.8837} C_x^{-0.7496} g D (s-1)} \quad (39)$$

Finalmente, los autores definen la variable  $R_{i(i+1)-1}$  para establecer un criterio del régimen de flujo imperante. Para una mayor comprensión, dicho criterio se resume en la tabla 1.

Una vez que se ha establecido el régimen de flujo, para un sistema particular, las pérdidas por disipación viscosa en el flujo de suspensiones sólido-líquido pueden evaluarse por medio de la expresión:

$$\frac{\Delta}{E_v} = 2f \frac{L}{D} \frac{V^2}{g} \quad (40)$$

**TABLA 1**  
**CRITERIO PARA LA DELINEACION DEL REGIMEN DE FLUJO**

CONFIGURACION	R <sub>01</sub> -1	R <sub>12</sub> -1	R <sub>23</sub> -1	R <sub>02</sub> -1	R <sub>03</sub> -1	R <sub>13</sub> -1	REGIMEN
0	-	-	-				0
1	+	-	-				1
2	+	+	-				2
3	+	+	+				3
A	-	-	+		-		0
	-	-	+		+		3
B	-	+	+		-		0
	-	+	+		+		3
C	-	+	-	-			0
	-	+	-	+			2
D	+	-	+			-	1
	+	-	+			+	3

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La comparación de los diversos modelos se llevó a cabo midiendo experimentalmente las siguientes variables: concentración en peso y en volumen de los sólidos en la mezcla, velocidad media, densidad del sólido, del líquido transportante y de la mezcla, desniveles entre los puntos considerados, diámetro y longitud total de la cañería, análisis por tamizado y presiones en alimentación y descarga.

Las tablas 2 y 3 resumen los datos experimentales

de las empresas: Compañía Minera Ojos del Salado, Empresa Nacional de Minería, Compañía Minera San Andrés, Compañía Exploradora y Explotadora Minera Chilena Rumana Ltda., Compañía Minera Sali Hochschild, Compañía Minera Disputada de Las Condes, Compañía Minera Andina y Cemento Blanco de Polpaico.

Las presiones en alimentación y descarga se midieron utilizando manómetros del tipo Bourdon, provistos de diafragmas y calibrados previamente. Para

**TABLA 2**  
**DATOS EXPERIMENTALES**

		OJANCO I	OJANCO II	P. MATTA	SN. JOSE I	SN. JOSE II	MINOSAL	E. BORDO
Concentración en peso	%	31,1	30,7	34,1	24,6	25,4	30,4	26,3
Concentración en volumen	%	16,5	16,5	15,8	11,5	9,2	13,6	13,0
Densidad del sólido	Kg/m <sup>3</sup>	2292,0	2262,0	2762,0	2519,5	2519,5	2791,0	2397,0
Densidad del líquido	Kg/m <sup>3</sup>	1005,0	1005,0	1003,0	1003	1003	1003	1002,0
Densidad de la mezcla	Kg/m <sup>3</sup>	1216,0	1213,0	1280,0	1178,0	1142,0	1246,0	1183,0
Longitud de cañería	m	90,6	82,5	381,6	348,5	231,6	1956,0	137,0
Desnivel	m	19,2	20,0	8,9	1,1	1,1	6,5	3,5
Diámetro de la cañería	m	0,1255	0,1255	0,2032	0,094	0,094	0,141	0,0930
Presión man. aguas arriba	N/m <sup>2</sup>	272517	266305	171444	55193	51053	330608	73476
Presión man. aguas abajo	N/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperatura Media	K	297	297	298	298	298	299	294
Caudal volumétrico	m <sup>3</sup> /s	0,0335	0,0360	0,0378	0,0070	0,0093	0,0200	0,0091
Velocidad media	m/s	2,71	2,91	1,17	1,00	1,30	1,28	1,30

**TABLA 2 (Continuación)**

		COEMIN I	COEMIN II	POLPAICO	DISPUTADA I	DISPUTADA II	ANDINA I	ANDINA II
Concentración en peso	%	24,4	16,9	3,16	71,6	71,2	51,5	51,5
Concentración en volumen	%	11,0	7,3	1,22	47,5	46,9	28,8	28,8
Densidad del sólido	kg/m <sup>3</sup>	2619,0	2619,0	2602,0	2800,0	2800,0	2700,0	2700,0
Densidad del líquido	kg/m <sup>3</sup>	1004,0	1004,0	975,0	992,0	992,0	1030,0	1030,0
Densidad de la mezcla	kg/m <sup>3</sup>	1182,0	1121,0	1006,0	1857,0	1845,0	1510,0	1510,0
Longitud de cañería	m	621,4	435,5	219,0	130,0	115,0	6605,0	5175,0
Desnivel	m	10,3	8,5	-6,0	-2,60	-1,6	-371,0	-301,0
Diámetro de la cañería	m	0,152	0,152	0,1023	0,1540	0,128	0,3443	0,3443
Presión man. aguas arriba	N/m <sup>2</sup>	178589	136628	275744	275548	206906	0,0	907055
Presión man. aguas abajo	N/m <sup>2</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4419564	4535275
Temperatura media	K	301	301	293	283	283	273	273
Caudal volumétrico	m <sup>3</sup> /s	0,0229	0,0266	0,0405	0,0172	0,0135	0,0240	0,214
Velocidad media	m/s	1,26	1,46	4,93	0,93	1,05	2,30	2,30

**TABLA 3**  
**ANÁLISIS POR TAMIZADO (VIA SECA)**  
Diámetro medio,  $d_i$  (mm) v/s Fracción en Masa,  $p_i$  (%)

$d_i$	OJANCO I	OJANCO II	P. MATTA	SN.JOSE I	SN. JOSE II	MINOSAL	E. BORDO
0.600	0.31	0.32	0.32	0.07	0.00	0.29	0.00
0.425	0.51	0.51	1.36	0.26	0.05	1.17	0.14
0.300	1.46	1.43	7.28	2.74	0.51	4.62	0.78
0.212	2.17	2.29	8.77	6.99	2.84	7.41	3.19
0.150	3.96	4.52	10.10	11.15	8.29	10.82	10.12
0.106	8.58	9.32	9.60	10.81	10.06	10.99	12.90
0.075	10.93	11.44	8.85	9.98	10.25	10.37	11.92
0.053	9.96	9.94	7.21	8.12	8.76	7.99	9.07
0.045	3.68	3.66	3.12	3.18	3.77	2.96	3.26
0.038	58.44	56.57	43.39	46.70	55.47	43.38	48.62

**TABLA 3 (continuación)**

$d_i$	COEMIN I	COEMIN II	POLPAICO *	DISPUTADA I*	DISPUTADA II*	ANDINA I*	ANDINA II*
0.600	0.10	0.00	0.15	0.80	1.00	0.38	0.38
0.425	1.70	0.59	0.35	1.70	1.70	1.58	1.58
0.300	3.44	2.97	3.80	13.70	10.70	5.10	5.10
0.212	4.31	5.64	19.95	23.90	22.40	7.36	7.36
0.150	6.40	6.82	20.45	21.60	22.00	9.17	9.17
0.106	8.10	6.53	20.70	16.30	18.60	6.65	6.65
0.075	9.40	7.34	12.60	8.20	8.60	7.80	7.80
0.053	8.34	6.97	10.50	3.50	3.60		
0.045	3.54	3.49				61.96	61.96
0.038	54.67	59.65	11.50	10.50	11.40		

\* Análisis por tamizado vía húmeda

medir la densidad de los sólidos y del líquido transportante, se usó picnómetro y densímetro y los valores indicados en la tabla 2 corresponden al promedio de tres mediciones.

La longitud total del sistema y la diferencia de cota entre los puntos extremos, se llevó a cabo utilizando una huincha marca BMI y un taquímetro Pentax TH-60E, respectivamente.

Los diámetros de cañería que se indican en la tabla 2 se obtuvieron haciendo uso de un pie de rey y sus valores corresponden al promedio de tres mediciones.

Las mediciones de caudales se llevaron a cabo mediante mediciones directas por cubicación de recipientes colectores. Desgraciadamente, en cada una de las empresas mineras no fué posible realizar un gran número de corridas experimentales, debido a los problemas que se crean en plantas en operación.

En el análisis granulométrico se usó la serie de tamices ASTM. Dichos valores se indican en la tabla 3.

Un cortador de muestra con una abertura de 40 mm. se usó para cortar las diferentes muestras.

Los modelos propuestos para predecir las pérdidas por disipación viscosa se han obtenido bajo con-

diciones ideales con respecto al tamaño de partícula. La realidad industrial muestra que las mezclas sólido-líquido están constituidas por partículas de una amplia granulometría. La validez de los modelos se ha comprobado empleando los siguientes diámetros de partículas, definidos como:

$d_1$ : diámetro medio basado en el coeficiente de arrastre promedio, definido por Condolios y Chapus (10, 13).

$$(CxT)^{1/2} = p_1 (Cx1)^{1/2} + p_2 (Cx2)^{1/2} + \dots +$$

$$p_n (Cxn)^{1/2} \quad (41)$$

en que  $p_i$  es la fracción en masa de sólidos con diámetro  $d_i$  al que corresponde un coeficiente de arrastre  $Cx_i$ .

$d_2$ : diámetro promedio propuesto por Zandi y Govatos (6)

$$d_2 = \sum \left| \left| \frac{d_i + d_{(i+1)}}{2} \right| \left| p_{(i+1)} - p_i \right| \right| \quad (42)$$

TABLA 4

PREDICION DE PERDIDAS POR DISIPACION VISCOSA, VALOR REAL Y PORCENTAJE DE DESVIACION

AUTOR	$d_i$ mm	OJANCO I		OJANCO II		P. MATTA		SN. JOSE I		SN. JOSE II		MINOSAL		E. BORDO	
	Medio	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.	$\Lambda$ Ev	% Desv.
DURAND	$d_1$	3,70	1,47	3,27	39,59	3,52 (*)	-26,14	3,80 (*)	4,24	3,48	0,00	22,04 (*)	7,08	2,14	-24,52
	$d_2$	3,71	1,72	3,28	40,12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	$d_3$	3,77	3,37	3,34	44,76	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	$d_4$	3,88	6,30	3,44	46,99	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	$d_5$	4,10	12,42	3,64	55,61	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
NEWITT	$d_1$	4,12	12,75	3,62	54,61	3,28	-31,14	4,12	12,88	3,58	2,82	22,38	8,74	2,23	-21,39
	$d_2$	4,12	12,75	3,62	54,61	6,85	43,70	5,55	55,18	4,58	31,49	35,02	70,20	2,73	-3,87
	$d_3$	4,12	12,75	3,62	54,61	10,82	122,90	7,84	114,97	4,20	20,72	49,90	142,52	2,92	2,83
	$d_4$	4,12	12,75	3,62	54,61	17,06	258,07	11,23	208,00	5,01	44,00	72,87	254,15	3,52	23,89
	$d_5$	4,14	13,26	3,67	56,88	27,94	486,64	16,25	345,56	6,46	85,44	113,88	453,42	4,50	58,49
ZANDI Y	$d_1$	4,41	20,70	3,89	66,19	..	..	4,07	11,58	3,85	10,53	25,37	23,30	2,48	-12,66
	$d_2$	4,44	21,49	3,93	67,83	..	..	6,38	78,84	4,81	38,19	..	..	2,64	-7,08
	$d_3$	4,57	25,28	4,06	73,36	..	..	..	..	4,24	21,69	..	..	2,94	3,61
GOVATOS	$d_4$	4,72	29,37	4,18	78,77	..	..	..	..	5,55	59,34	..	..	3,87	36,22
	$d_5$	4,91	34,50	4,34	85,60	..	..	..	..	8,35	139,87	..	..	..	..
TURIAN	$d_1$	4,59	25,77	4,04	72,53	2,34	-50,97	3,65	0,09	3,83	9,98	19,89	-3,33	2,44	-14,12
	$d_2$	4,59	25,62	4,03	72,22	2,70	-43,41	3,82	4,78	3,90	11,92	21,31	3,58	2,41	-15,09
	$d_3$	4,56	25,03	4,01	71,40	2,97	-37,76	4,00	9,63	3,79	8,96	22,53	9,48	2,46	-13,27
	$d_4$	4,55	24,55	4,00	70,79	3,32	-30,41	4,20	15,12	3,94	13,16	23,98	16,53	2,51	-11,45
	$d_5$	4,53	25,10	3,98	70,21	3,75	-21,21	4,43	21,42	4,06	16,48	25,93	25,99	2,58	-9,08

$\Lambda$	Ev Experimental, m. mezcla	3,65	2,34	4,78	3,65	3,48	20,58	2,83
Conc. en volumen, %	16,50	16,50	15,80	11,50	9,20	13,80	13,00	13,00
Diámetro medio, d (mm)	0,048	0,047	0,055	0,053	0,048	0,054	0,050	0,050

(\*) Durand señala flujo con depósito, como Newitt indica régimen heterogéneo, se ha forzado el modelo de Durand.

TABLA 4 (Continuación)

PREDICCIÓN DE PERDIDAS POR DISIPACIÓN VISCOSA, VALOR REAL Y PORCENTAJE DE DESVIACIÓN

AUTOR	d <sub>i</sub> mm	COEMIN I		COEMIN II		POLPAICO		DISPUTADA I		DISPUTADA II		ANDINA I		ANDINA II	
		Medio	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev	% Desv.	Δ Ev
DURAND	d <sub>1</sub>	5,68 (*)	13,31	4,67 (*)	19,85	33,98	0,00	4,13 (*)	-76,72	2,99 (*)	-77,03	.	.	.	.
	d <sub>2</sub>	.	.	.	.	34,03	0,15	.	.	.	.	.	.	.	.
	d <sub>3</sub>	.	.	.	.	34,08	0,28	.	.	.	.	.	.	.	.
	d <sub>4</sub>	.	.	.	.	34,11	0,38	.	.	.	.	.	.	.	.
	d <sub>5</sub>	.	.	.	.	34,16	0,51	.	.	.	.	.	.	.	.
NEWITT	d <sub>1</sub>	5,73	14,14	4,69	20,34	34,37	1,13	4,44	-74,93	3,48	-73,26	60,46	-16,63	47,37	-15,36
	d <sub>2</sub>	7,20	43,47	6,22	59,57	34,37	1,13	12,92	-27,10	9,53	-26,90	67,11	-7,47	52,58	-5,80
	d <sub>3</sub>	8,45	68,49	5,46	40,15	34,37	1,13	19,76	10,93	14,36	10,17	83,64	15,32	65,53	17,08
	d <sub>4</sub>	12,46	148,45	7,27	86,61	34,37	1,13	23,90	34,85	17,91	37,40	131,72	81,61	103,20	84,39
	d <sub>5</sub>	21,82	335,07	11,15	186,23	34,37	1,13	31,87	79,77	23,70	81,85	214,08	195,18	167,73	199,69
ZANDI Y GOVATOS	d <sub>1</sub>	6,20	23,69	4,89	25,43	34,44	1,35	**	**	**	**	76,59	5,60	60,01	7,21
	d <sub>2</sub>	9,38	87,03	8,09	107,57	34,58	1,76	**	**	**	**	81,44	12,29	63,81	14,01
	d <sub>3</sub>	**	**	6,26	60,61	34,65	1,96	**	**	**	**	**	**	**	**
	d <sub>4</sub>	**	**	11,02	182,75	34,69	2,09	**	**	**	**	**	**	**	**
	d <sub>5</sub>	**	**	**	**	34,74	2,22	**	**	**	**	**	**	**	**
TURIAN	d <sub>1</sub>	5,31	5,84	4,81	23,45	35,23	3,68	1,08	-99,91	1,25	-90,38	76,21	5,08	59,71	6,68
	d <sub>2</sub>	5,62	11,97	5,06	29,78	35,19	3,56	1,46	-91,75	1,56	-88,01	75,35	3,90	59,04	5,48
	d <sub>3</sub>	5,76	14,87	4,95	27,05	35,18	3,52	1,68	-90,53	1,74	-86,67	78,50	8,24	61,51	9,89
	d <sub>4</sub>	6,13	22,12	5,18	32,90	35,17	3,50	1,79	-89,89	1,84	-85,85	84,36	16,32	66,10	18,10
	d <sub>5</sub>	6,72	33,91	5,50	41,27	35,17	3,50	1,98	-88,85	2,00	-84,68	91,42	26,04	71,62	27,97
Δ															
Ev Experimental, m. mezcla		5,02		3,90		33,98		17,73		13,03		72,52		55,97	
Conc. en volumen, %		11,00		7,30		1,22		47,50		46,90		28,80		28,80	
Diámetro Medio, d <sub>i</sub> (mm)		0,049		0,048		0,083		0,098		0,095		0,057		0,057	

(\*) Durand señala flujo con depósito. Como Newitt indica heterogéneo, se ha forzado el modelo de Durand.

donde p<sub>i</sub> es la fracción en masa de sólidos con diámetro d<sub>i</sub> y menores y p<sub>(i+1)</sub> es la fracción en masa de sólidos con diámetro d<sub>(i+1)</sub> y menores.

d<sub>3</sub>: diámetro tal que el 70% en peso de los sólidos tiene un diámetro menor que d<sub>3</sub> (=d<sub>70</sub>).

d<sub>4</sub>: diámetro tal que el 80% en peso de los sólidos tiene un diámetro menor que d<sub>4</sub> (=d<sub>80</sub>).

d<sub>5</sub>: diámetro tal que el 90% en peso de los sólidos tiene un diámetro menor que d<sub>5</sub> (=d<sub>90</sub>).

En la tabla 4 se muestran los valores obtenidos de modelos para las pérdidas por disipación viscosa expresadas en metros de mezcla para los diferentes diámetros de partícula. También se incluyen resultados de las pérdidas por disipación viscosa, basados en las mediciones experimentales de caída de presión y aplicación de balances de energía mecánica.

Los espacios indicados con \*\* corresponden a valores de N<sub>i</sub> ≤ 40 y aquellos con \* corresponden a

mezclas heterogéneas con depósito. También se incluyen las desviaciones porcentuales respecto al valor experimental, evaluadas como:

$$\% \text{ Desviación} = \frac{\frac{\Delta}{(\bar{E}v) \text{ modelo}} - \frac{\Delta}{(\bar{E}v) \text{ experimental}}}{\frac{\Delta}{(\bar{E}v) \text{ experimental}}} \quad (43)$$

De la tabla 4 se concluye:

A.- Durand. Usar:

- d<sub>1</sub> para concentraciones hasta un 20% en volumen
- d<sub>2</sub> para concentraciones en volumen de 28.8%.
- d<sub>3</sub> para concentraciones en volumen de 47% - 48%

B.- Newitt. Análogo a Durand.

C.- Zandi y Govatos. Usar:

- d<sub>1</sub> para cualquier concentración

D.- Turian. Usar:

- $d_1$  para concentraciones hasta un 20% en volumen
- $d_2$  para concentraciones en volumen de 28.8%

Este modelo no se recomienda para concentraciones en volumen de 48%.

De la tabla 4 se observa que, para concentraciones  $\leq 20\%$  en volumen, la generalidad de los modelos indica una menor desviación, con respecto al valor experimental, si se usa en las correlaciones el diámetro medio definido por Condolios y Chapus (10, 13).

En todas las empresas analizadas, con excepción de Polpaico y Disputada, el diámetro medio definido por Condolios y Chapus (10, 13) varió entre 0.046 (mm) a 0.057 (mm).

El análisis de los diámetros de partícula en las diferentes suspensiones, muestra que en los modelos de Durand (2) y Zandi y Govatos (6) prevalecen los regímenes de flujo heterogéneo y con lecho. Regímenes de flujo heterogéneo prevalecen en el modelo de Newitt (3) y en menor proporción el régimen homogéneo. Por otra parte, en el modelo de Turian se observa mayoritariamente el régimen de flujo con lecho estacionario y en menor escala el régimen homogéneo.

En cada una de las empresas se constató que  $d_5 > d_4 > d_3 > d_2 > d_1$ , para todas las suspensiones estudiadas; variando  $d_1$  y  $d_5$  entre (0.046 mm - 0.098 mm) y (0.141 mm - 0.353 mm) respectivamente.

Los diferentes diámetros de partículas utilizados en los modelos, presentaron características de régimen laminar y de transición para objetos cayendo en un fluido y su cálculo, así como el del coeficiente de arrastre y la velocidad límite de la partícula, se llevaron a cabo empleando el modelo propuesto por Concha (14).

Para régimen laminar y de transición, un aumento en el diámetro de partícula implica un aumento en la velocidad terminal y una disminución en el coeficiente de arrastre. En las correlaciones presentadas por los diversos investigadores (2, 3, 6, 12) se observa que  $\phi$  es inversamente proporcional a  $(1/Cx)^n$  o  $\phi$  es directamente proporcional a  $(V_{oo})^m$  donde  $n$  y  $m$  positivos. Esto confirma las recomendaciones señaladas por diversos investigadores (7) de tomar diámetros mayores, como  $d_3$ ,  $d_4$  o  $d_5$  para suspensiones de concentraciones elevadas. Más audaz constituye lo señalado por Aude (12) por cuanto recomienda utilizar un coeficiente de arrastre igual a 0.44.

Para concentraciones elevadas, Andina y Disputada, no fue posible conocer la velocidad límite de de-

pósito mediante ecuación (6), puesto que las concentraciones excedieron a 15%; valor límite en el cálculo de  $F_L$ . Para obviar esto, se empleó el criterio propuesto por Newitt (3) para el uso de las correlaciones correspondientes.

De la tabla 4 se observa que para concentraciones  $\leq 20\%$  en volumen, los modelos estudiados indican los siguientes valores para el promedio de las desviaciones en valor absoluto:

DURAND	: 13.6% con un valor máximo de 40%
NEWITT	: 18.0% con un valor máximo de 55%
ZANDI Y GOVATOS	: 21.7% con un valor máximo de 66% y
TURIAN	: 21.0% con un valor máximo de 73%

Los valores máximos indicados correspondieron a OJANCO II, y ello se debe a que el nivel de pulpa en el estanque colector impulsor sólo se mantuvo aproximadamente constante durante el tiempo empleado en efectuar las mediciones.

De los resultados expuestos se concluye que todos los modelos predicen satisfactoriamente las pérdidas por disipación viscosa cuando la concentración es  $\leq 20\%$  en volumen. Para propósitos de diseño, y por su simplicidad, se recomienda utilizar los modelos de Durand (2) y Newitt (3). Por otra parte, si la concentración es superior a 20% y menor a 30% en volumen se recomienda emplear el modelo de Turian (8).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen el apoyo financiero otorgado por CONICYT (Proyecto 88 - 0475), a la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Atacama, y a la colaboración de las Empresas: Compañía Minera Ojos del Salado, Empresa Nacional de Minería, Compañía Minera San Andrés, Compañía Exploradora y Explotadora Minera Chilena-Rumana Ltda., Compañía Minera Sali Hochschild, Compañía Minera Disputada de Las Condes, Compañía Minera Andina y Compañía Cemento Cerro Blanco de Polpaico.



**BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Vega R.E. y Alvarez P. I., Contribuciones Científicas y Tecnológicas, N° 44 (1980)
- 2.- Durand R., Proceedings of the Minnesota International Hydraulic Convention, 89 (1953).
- 3.- Newitt D.M., et. al., Trans. Instn. Chem. Engrs., 33, 93 (1955)
- 4.- F. de los Ríos y F. Saenz., Caída de Presión en Flujo de Suspensiones Sólido-Líquido, Universidad de Santiago de Chile, Santiago (1977)
- 5.- Durand R., y Condolios E., Le Journéls d'Hydraulique Société Hydrotechnique de France, Grenoble, June (1952)
- 6.- Zandi I., y Govatos G., Journal of the Hydraulics Division, ASCE., (HY3), 93, 145 (1967)
- 7.- The task Committee for preparation of the Sedimentation manual, Journal of the Hydraulics División ASCE., (HY7), 1503 (1970).
- 8.- Turian R. M., y Yuan T., Aiche Journal, (3), 23, 232 (1977)
- 9.- J.H. Perry (Editor)., Chemical Engineer's Handbook, fourth edition, McGraw-Hill, N. Y. (1963).
- 10.- Condolios E., y Chapus E.E., Chem. Eng., June 24, 98 (1963)
- 11.- Turian R.M., et. al., Aiche Journal, 17, 809 (1971)
- 12.- Aude T.C., et. al., Chem. Eng., June 28, 74 (1971)
- 13.- Condolios E., y Chapus E.E., Chem. Eng. July 8, 131 (1963).
- 14.- Concha F. y Almendra E.R., International Journal of Mineral Processing, 5, 349 (1979).

# LA CALIDAD ES NUESTRO MEJOR PRODUCTO

**Explotación Minera y  
Servicios a la Minería desde 1977**



**OFICINAS GENERALES:**

Providencia 2237, 6° piso - Fonos: 2321081 / 2321082 / 2515884  
Telex: 340549 EXCAR CK - 241376 EXCAR CL - Fax: 2325828  
Santiago - Chile

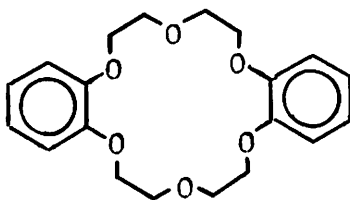
# LIGANDOS MACROCICLICOS Y SUS REACCIONES DE COMPLEJAMIENTO CON IONES METALICOS

René Maurella G. (\*)

## 1.- INTRODUCCION:

Los macrociclos son compuestos constituidos por la unidad repetitiva  $-(Y-CH_2-CH_2)_n-$ ; en que "n" es mayor que 2 e Y, un heteroátomo (átomo integrante del ciclo diferente de C) como O, S, N, un grupo funcional o un ciclo más pequeño. El interior de la cavidad anular es de naturaleza hidrofílica y en ella pueden ser "encerradas" especies catiónicas y en ciertos casos, neutras o aniónicas; mientras su exterior es lipófilo.

Aunque en la naturaleza existen algunos macrociclos, como ciertos antibióticos del tipo polipéptidos y poliésteres<sup>1</sup>, la gran mayoría de ellos son sintéticos y sus primeras preparaciones datan de 1937<sup>2</sup>. La química de estos compuestos nace recién en 1967, cuando Pedersen estableció la capacidad de poliéteres del tipo 1 para complejar sustratos catiónicos<sup>3</sup>.



1: Dibenzo 18-corona-6

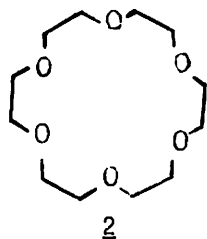
## 2.- CLASES DE MACROCICLOS:

A la fecha existe una amplia gama de macrociclos constituidos por cadenas de variada extensión (y distintos heteroátomos) que forman una o más cavidades. A continuación se describen algunos de los más representativos.

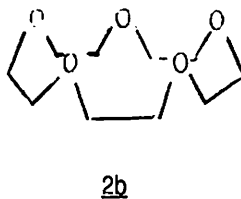
### Coronandos:

Son aquellos que contienen una sola cavidad. Sin duda los más difundidos son los éteres corona (1 y 2). Este término se originó de su estructura plegada (2b) y fue introducido por Pedersen<sup>3</sup>, pues "su modelo molecular tiene el aspecto de una corona y, con ella se puede coronar y destronar cationes, sin daño físico para ninguno". Los complejos que forman con metales (2c) se llaman coronatos.

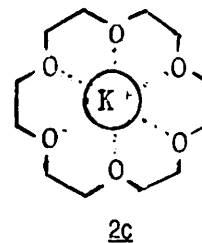
(\*) Ingeniero Civil Químico (U. de C)  
 Doctor en Ciencias con Mención en Química (U. C. V.)  
 Profesor Jornada Completa Departamento Ciencias Básicas (U. D. A.)



2  
18-corona-6



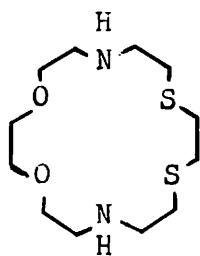
2b



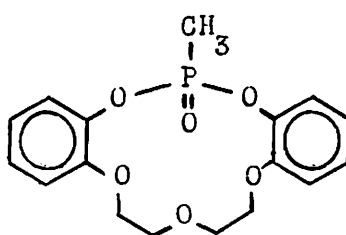
2c

El nombre sistemático de 2 es 1, 4, 7, 10, 13, 16- hexaoxiciclooctadecano y el de 1 es aún más largo y complicado, por lo que su descubridor, propuso una nomenclatura trivial para este tipo de compuestos. Así, 1 y 2 se nombran Dibenzo-18-corona-6 (B<sub>2</sub>18C6) y 18-corona-6 (18C6) respectivamente.

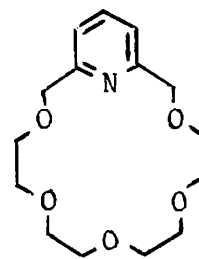
Además de O, otros heteroátomos como N,S o mezclas de ellos (3), como así también grupos funcionales (4) y heterociclos más pequeños (5) pueden formar parte de un coronando.



3  
1, 10-diaza-4, 7-  
dilitia-18-corona-6  
(1,10-A<sub>2</sub>-4, 7-T<sub>2</sub>18C6)

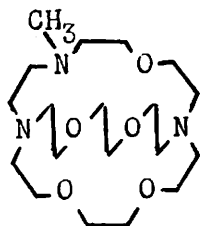


4  
Metilfosforil dibenzo-  
14-corona-6  
(MePhosB<sub>2</sub>14C6)

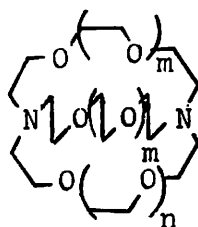


5  
Monopiridil  
18-corona-6  
(Py18C6)

Lehn<sup>4</sup> y colaboradores introdujeron ligandos macrobíclicos conteniendo O y N que llamaron **Criptandos** (6.7).



6 : Me A 2.2.2



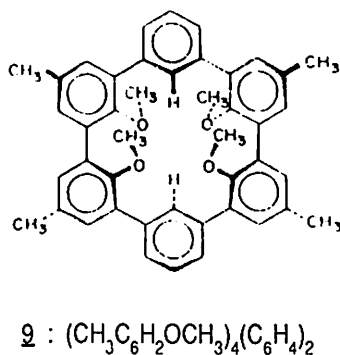
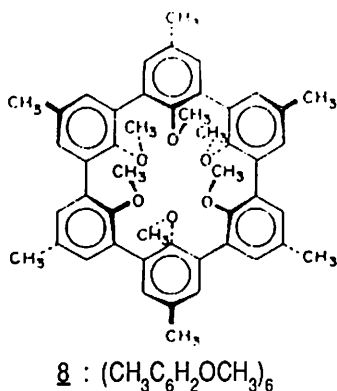
Z

- 1.1.1 : m = n = 0
- 2.2.1 : m = 1, n = 0
- 2.2.2 : m = n = 1
- 3.2.2 : m = 1, n = 2

Como ocurre con los éteres corona, una convención simple (aunque ambigua) salva la complejidad de la nomenclatura<sup>1</sup>: Números separados por puntos indican la cantidad de átomos de oxígeno comenzando por la rama mayor (Z).

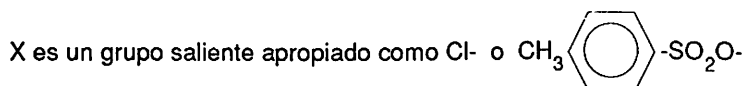
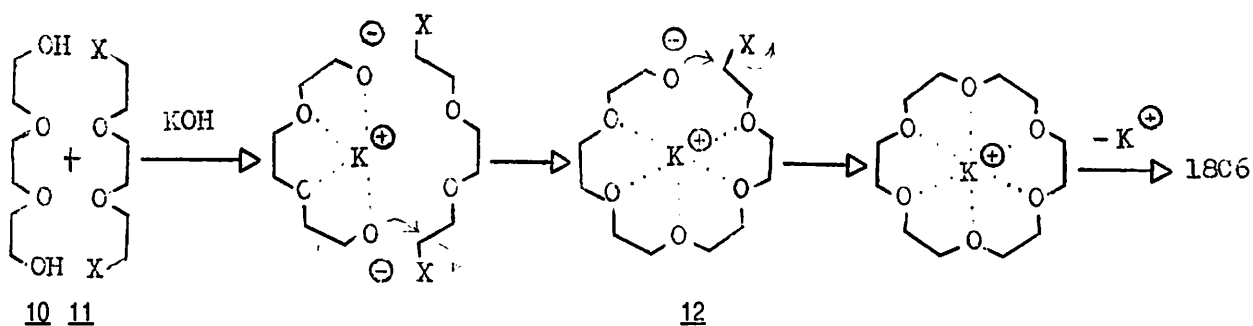
**Esferandos:**

Constituyen la última generación de ligandos macrocíclicos. Fueron introducidos por Cram<sup>5</sup> y col., y a diferencia de coronados y criptandos, su cavidad es rígida y de geometría esférica (8 y 9). Además, dicha cavidad ya se encuentra plenamente organizada durante la síntesis, más bien que durante el complejamiento.



### 3.- TECNICAS PREPARATIVAS EN LA SINTESIS DE MACROCICLOS.

Desde un principio, la síntesis de macrociclos coronados constituyó un desafío, por cuanto la ciclización debe competir con la condensación de los precursores, la cual genera productos poliméricos. Para evitar esto último se han aplicado métodos experimentales específicos y otros de naturaleza más general, como técnicas de alta dilución y efecto "plantilla" o efecto templado<sup>6</sup>. En este último caso se postula que durante la ciclización, un catión metálico organiza al intermedio como una plantilla (12).



La síntesis de criptandos es más compleja, requiere de precursores con otros grupos terminales y de mayor número de etapas<sup>4</sup>. En algunos casos se ha descrito el efecto plantilla, el cual estaría presente también en la etapa de ciclización de esferandos.

### 4.- CARACTERISTICAS DE LA INTERACCION CATION-MACROCICLO.

Los aspectos más sobresalientes de la reacción catión-macrocielo son el efecto macrocíclico<sup>7</sup> (mayor estabilidad de complejos con ligandos cíclicos sobre aquellos de composición similar pero de cadena abierta) y la selectividad hacia un sustrato determinado. Por otro lado, la reacción se ve influenciada por las características del ligando, ión reactante y solvente.

#### 4.1. Relación de tamaños catión-cavidad del ligando.

La estabilidad de los complejos aumenta en la medida que existe una correspondencia más estrecha entre el radio iónico cristalino del catión y la cavidad interior de los éteres corona (Ver tabla), aumentando también el correspondiente valor de  $\Delta H$ . Esta característica explica la selectividad del complejamiento y suele interpretarse como un aumento de la energía de enlace electrostático, debido a la participación de todos los átomos dadores<sup>8</sup>.

Constantes de equilibrio, entalpías y entropías para la reacción:



Catión M <sup>+n</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Sr <sup>+2</sup>	Ba <sup>+2</sup>
radio (A <sup>º</sup> )	1.02	1.38	1.52	1.67	1.50	1.18	1.35
log K	< 0.3	2.06	1.56	0.8	< 0.5	2.72	3.87
ΔH (Kj/mol)	-9.41	-26.0	-16.0	15.85	--	-15.1	-31.7
ΔS (j/K.mol)	-15.5	-47.7	-23.8	-33.9	--	1.25	-33.0

Pero el modelo "ión en el agujero" es limitado para predecir las capacidades relativas de enlazamiento de cationes metálicos con coronandos. En efecto, cationes pequeños como K<sup>+</sup> y Tl<sup>+</sup> forman coronatos muy estables con ciclos grandes como B<sub>2</sub>30 C10 entre otros<sup>8</sup>. Se ha establecido que su flexibilidad permite a estos últimos reducir su "radio", envolviendo completamente el catión en una conformación retorcida. Además, cuando el agujero del ligando es de tamaño menor que el radio iónico, el catión puede descansar en la cavidad situada sobre una de las caras de la corona, entonces, un exceso de ligando permite obtener completos tipo "sandwich" con estequiometrías 1:2 y 2:3 (catión: ligando<sup>8a</sup>).

#### 4.2. Otros factores que afectan la reacción de complejamiento.

Además de su tamaño en relación al catión, otras características del ligando determinan la formación del complejo. Así un número y arreglo estereoquímico apropiado de sitios enlazantes permite reemplazar un mayor número de moléculas de solvatación del catión<sup>8a</sup>. Por otro lado, la incorporación de átomos de N y S en lugar de O en el macrociclo favorece el complejamiento de cationes de menor tamaño y más polarizables como Zn<sup>+2</sup>, Pb<sup>+2</sup>, Co<sup>+2</sup>, Cu<sup>+2</sup> y Ag<sup>+</sup>, Hg<sup>+2</sup> (intermedios y blandos en la clasificación de Pearson, respectivamente<sup>9</sup>).

En términos generales, la capacidad de los criptandos para formar complejos con iones metálicos (criptatos) resultó ser una extensión de la química de los coronandos, con algunas diferencias, como una mayor dependencia de la relación de tamaños catión/macrosciclo. En el caso de los esferandos, esta dependencia es crítica y si el tamaño del catión es demasiado grande para su cavidad rígida, simplemente no ocurre complejamiento.

#### 5.- APLICACIONES

El singular comportamiento de los macrociclos frente a especies catiónicas ha permitido su aplicación a métodos analíticos de detección y separación de iones metálicos, transferencia electrónica, síntesis química y catálisis<sup>1,8</sup>. Además, Pedersen, Lehn y Cram establecieron las bases de la llamada "química huésped-anfitrión" o "química supramolecular", en la cual un macrociclo de cavidad apropiada (anfitrión) compleja selectiva y específicamente a un sustrato determinado (huésped), de modo análogo a los sistemas enzima-sustrato<sup>10</sup>. Así, ciertos macrociclos se han utilizado como modelos para el estudio de sistemas de interés biológico.

En Octubre de 1987 se otorgó el Premio Nobel de Química a Pedersen, Lehn y Cram, por ser los pioneros de uno de los campos de investigación más activos y de mayor desarrollo en la química actual<sup>11</sup>.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kolthoff I.M. Anal. Chem. **51**, 1R (1979).
- 2.- Lüttringhaus A.; Ziegler K. Justus Liebigs Ann. Chem. **528**, 155 (1937) en Gokel G.W.; Durst H.D. Synthesis 1976, 168.
- 3.- Pedersen C.J. J. Am. Chem. Soc. **89**, 2495 y 7017 (1967).
- 4.- a) Lehn J.M. Pure Appl. Chem. **49**, 857 (1977).  
b) Lehn J.M. Acc. Chem. Res. **11**, 49 (1978).
- 5.- a) Cram D.J. y col. J. Am. Chem. Soc. **101**, 6752 (1979)  
b) Cram D.J. y col. J. Am. Chem. Soc. **103**, 6228 (1981)
- 6.- Shanzer A. y col. Acc. Chem. Res. **16**, 60 (1983)
- 7.- Cabbiness D.K.; Margerum D.W. J. Am. Chem. Soc. **91**, 6540, 1969.
- 8.- a) Izatt R.M. y col. Chem. Rev. **85**, 271 (1985).  
b) Gokel G.W. y col. J. Am. Chem. Soc. **105**, 6786 (1983)
- 9.- Pearson R.G. "Hard and Soft Acids and Bases" Dowden, Hutchinson and Ross. Stroudsburg, Pa. U.S.A. (1973)
- 10.- Morrison R.T.; Boyd R.N. "Química Orgánica". Fondo Educativo Interamericano 2da. ed. México 1985 p 542.
- 11.- "El Mercurio" 15 Octubre 1987.

# ALGUNOS CONCEPTOS de USO FRECUENTE EN EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

MILTON CORTES A.  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE ATACAMA

GUILLERMO MONDACA O.  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS  
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

## I.- INTRODUCCION

La expresión "Análisis Multivariado" o "Análisis Multivariante" denota el análisis de varias variables y la evaluación de todas las estadísticas adecuadas para la comprensión del fenómeno en estudio. Sin embargo, esta expresión ha sido referida como el estudio de varias variables aleatorias correlacionadas, por ejemplo  $X_1, X_2, \dots, X_n$  vectores aleatorios de dimensión  $m \in \mathbb{N}$ . Típicamente, esto surge al tomar medidas sobre  $m$  variables o atributos para cada una de  $n$  personas u objetos. Estos vectores aleatorios  $X_i$  pueden o no tener la misma distribución de probabilidad y las variables aleatorias componentes, digamos  $X_{ij}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , son generalmente correlacionadas.

Es conveniente expresar las variables aleatorias  $X_{ij}$  (o sus valores) en una forma matricial (matriz de datos) de la forma,

$X_{n \times m} = (X_{ij})$ , esto es:

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \dots & m \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n \end{matrix} & \left[ \begin{array}{cccc} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & & X_{nm} \end{array} \right] \end{matrix} \text{ variable}$$

Objeto

Muchos métodos estadísticos univariados (aplicados al análisis estadístico sobre observaciones de una variable aleatoria) se generalizan en forma natural al trabajar con una dimensión mayor, pero existen algunos problemas fundamentales que resolver. Primero, existe el problema de la representación gráfica. La actitud general frente a esta situación es que el analista espera transformar los puntos  $m$ -dimensionales representando a  $X_i$  en puntos en una, dos o a lo más tres dimensiones sin cambiar mucho las posiciones originales. Una de las técnicas para reducir la dimensión más popular y de gran uso es denominado análisis de componentes principales, otras son el análisis de factores y el análisis canónico. En segundo término, la noción de ordenación por rangos en que se basan los métodos de distribución libre (no paramétricos) no es posible extenderlas adecuadamente a mayor dimensión. Una gran cantidad de información se pierde al transformar vectores en datos rangeados unidimensional. Tercero existe la necesidad de decidir cuantas variables deben incluirse para el estudio del fenómeno de interés, esto es, determinar  $m$ .

Muchos problemas en el análisis multivariado caen dentro de dos categorías: Cuando el interés del análisis es la "estructura externa" de los datos, esto es, ¿Qué puede decirse a cerca de la configuración o distancia entre los  $n$  puntos en el espacio euclidiano  $m$  dimensional  $\mathbb{R}^m$ ? o el interés está en la "estructura interna" de las variables, esto es, ¿Son la  $j$ -ésima y la  $k$ -ésima variable correlacionada?

Un problema enfocado por las técnicas multivariantes es el denominado Análisis Discriminante, este

consiste brevemente en lo siguiente: Supongamos que podemos extraer muestras de dos poblaciones y que respecto en un objeto determinado no sabemos a priori a cual población pertenece. Sobre la base de m medidas deseamos asignar el objeto a una de las dos poblaciones, la regla de decisión que permite minimizar el error de mal clasificación es el objeto de la técnica Análisis Discriminante. En íntima conexión con este tipo de problemas de discriminación, está la situación de caracterizar o conocer el número de poblaciones o agrupaciones que existen, así el problema original es dividir la configuración global o universo en un número desconocido de conglomerado o "cluster" bien definidos, esto es lo que se denomina Análisis de Cluster.

Finalmente, un grupo importante de problema multivariados se conocen con el nombre de Técnicas de Ordenación, esta consiste en lo siguiente: En vez de tener observaciones de n objetos, nosotros sólo tenemos medidas de similitud o semejanza entre el individuo r y el individuo s, digamos,  $C_{rs}$ . El deseo es presentar los objetos (que son de una dimensión alta, digamos m) por una configuración de puntos en un espacio de dimensión menor, de tal forma que la distancia entre los puntos tengan la misma estructura dada por los  $C_{rs}$ .

## II.- OPERADORES

a) Sea  $\underline{X} = (X_{ij})$  una matriz de variables aleatorias  $X_{ij}$ . Se define el operador esperanza IE como la matriz:

$$IE [\underline{X}] = (IE [X_{ij}]).$$

Desde las propiedades del operador IE  $[X_{ij}]$  se obtiene:

$IE [A \underline{X} B + C] = A IE [\underline{X}] B + C$ , con  $\underline{X}$  matriz aleatoria, A, B, C, matrices de números reales, tal que, el producto y la sumatoria bien definidas.

b) Sean  $\underline{X}, \underline{Y}$  vectores aleatorios con  $\mu_x = IE [\underline{X}]$ ,  $\mu_y = IE [\underline{Y}]$  los vectores de medidas asociados a cada vector aleatorio. Se define el operador de covarianza entre  $\underline{X}, \underline{Y}$  como:

$$C(\underline{X}, \underline{Y}) = (cov(X_i, Y_j))$$

$$\begin{aligned} &= IE [(\underline{X} - \mu_x)(\underline{Y} - \mu_y)'] \\ &= IE [(\underline{X} \underline{Y}') - \mu_x \mu_y'] \end{aligned}$$

Si  $\underline{X}, \underline{Y}$  son estadísticamente independientes, entonces

$C(\underline{X}, \underline{Y}) = 0$ . Cuando  $\underline{X} = \underline{Y}$  se denomina a  $C(\underline{X}, \underline{X})$  "Matriz de Covarianzas" o "Matriz de Dispersión de  $\underline{X}$ " y se denota a veces como  $\mathcal{D}(\underline{X}) = C(\underline{X}, \underline{X})$ .

Desde la definición del operador de covarianza y propiedades de las operaciones con matrices se deduce que:

$C(A \underline{X}, B \underline{Y}) = A C(\underline{X}, \underline{Y}) B'$ , para vectores aleatorios  $\underline{X}, \underline{Y}$ , matrices de números reales A y B.

c) Sean  $\underline{X}_1, \underline{X}_2, \dots, \underline{X}_n$  vectores aleatorios estadísticamente independientes m-dimensionales con vectores de medias  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n$  y matrices de dispersión  $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_n$ , respectivamente. Se define la forma cuadrática generalizada como la expresión:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \underline{X}_i \underline{X}_j' = \underline{X}' A \underline{X}, \text{ donde}$$

$\underline{X}' = (\underline{X}_1, \underline{X}_2, \dots, \underline{X}_n)'$  y  $A = (a_{ij})$  es simétrica.

Para m = 1 esto se reduce a:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} X_i X_j$$

desde las propiedades del operador esperanza y las operaciones con matrices se tiene que:

i)  $IE[\underline{X}' A \underline{X}] = \sum_{i=1}^n a_{ii} \Sigma_i + IE[\underline{X}'] A IE[\underline{X}]$

ii) Si  $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 \dots = \Sigma_n = \Sigma$ , entonces

$$IE[\underline{X}' A \underline{X}] = (tr A) \Sigma + IE[\underline{X}'] A IE[\underline{X}]$$

d) Relacionado con la teoría de matrices, un concep-

to que a veces surge en la literatura multivariante es el concepto de producto directo o producto de Kronecker.

Sean A, B matrices de orden  $m \times m$  y  $n \times n$  respectivamente, entonces:

$$A \otimes B = \begin{bmatrix} a_{11} B & a_{12} B & \dots & a_{1m} B \\ a_{21} B & a_{22} B & \dots & a_{2m} B \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} B & a_{m2} B & \dots & a_{mm} B \end{bmatrix} \text{ se denomina}$$

El producto directo o producto de Kronecker entre A y B. Por ejemplo, si  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son independientes estadísticamente de dimensión m con matriz de dispersión común  $\Sigma$ , entonces si denotamos como:

$Y = (X_1', X_2', \dots, X_n')$  se tiene que:

$$D(Y) = C(Y, Y) = \begin{bmatrix} \Sigma & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \Sigma & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \Sigma \end{bmatrix} = I_n \otimes \Sigma,$$

Donde  $I_n$  denota la matriz identidad de orden  $n \times n$ .

### III.- DATOS MUESTRALES

#### a) Estimadores

Supongamos que  $X_1', X_2', \dots, X_n'$  representa una muestra aleatoria desde una distribución m-dimensional con media  $\mu$  y matriz de dispersión  $\Sigma$ . Por analogía con el caso univariado, los estimadores insesgados del vector de medias  $\mu$  y de la matriz de dispersión  $\Sigma$  son respectivamente:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{n} X' \mathbf{1}_n \text{ con } \mathbf{1}_n = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

$$y \hat{S} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})' = \frac{1}{n-1} Q \text{ con}$$

$$Q = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})'$$

Para variables aleatorias continuas, Q es definida positiva con probabilidad uno bajo condiciones muy generales las cuales generalmente se cumplen.

Frecuentemente los datos son centrados, esto es, se le ha restado la media muestral a cada observación y podemos denotar esto como:

$\hat{X}' = (X_1 - \bar{X}, X_2 - \bar{X}, \dots, X_n - \bar{X})$ , entonces podemos escribir el estimador  $\hat{S}$  como:

$$\hat{S} = \frac{\hat{X}' \hat{X}}{n-1}$$

Otro estimador alternativo para  $\Sigma$  es el estimador sesgado

$$\hat{\Sigma} = \frac{Q}{n} = \frac{(n-1)}{n} \hat{S}. \quad \text{La preferencia}$$

entre  $\hat{S}$  y  $\hat{\Sigma}$  como estimador de  $\Sigma$  varía entre los estadísticos y depende del método o propósitos del investigador.

Cuando se trabaja con datos estandarizados la medida de asociación es el coeficiente de correlación muestral para la j-ésima y la k-ésima variable definido como:

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{(s_{jj} s_{kk})^{1/2}} \text{ donde}$$

$$\hat{S} = (s_{ij}). \text{ Además, escribiendo}$$

$$D_s = \text{Diag}(s_{11}, s_{22}, \dots, s_{mm}), \text{ entonces}$$

$$R = (r_{ij}) = D_s^{-1/2} \hat{S} D_s^{-1/2} \text{ se denomi-}$$

na Matriz de Correlación muestral. Esta matriz es un estimador sesgado de la matriz de correlación poblacional:

$$P = (p_{ij}); \text{ donde } p_{jk} = \frac{\sigma_{jk}}{(\sigma_{jj} \sigma_{kk})^{1/2}} \text{ y } \Sigma = (\sigma_{ij}).$$



**b) Distancia y Angulo de Mahalanobis**

Si  $\underline{X}$  es un vector aleatorio con media  $\underline{\mu}$  y matriz de dispersión definida positiva  $\Sigma$ , se define la "Distancia de Mahalanobis" entre  $\underline{X}$  y  $\underline{\mu}$  como:

$\Delta(\underline{X}, \underline{\mu}) = [(\underline{X} - \underline{\mu})' \Sigma^{-1} (\underline{X} - \underline{\mu})]^{1/2}$ . Puede interpretarse esta cantidad como una "Distancia Probabilística", en el sentido de que igual distancia implica igual verosimilitud.

Dada una muestra aleatoria  $\underline{X}_1, \underline{X}_2, \dots, \underline{X}_n$  se tiene la siguiente versión muestral de  $\Delta$ , esta es:

$$D(\underline{X}, \underline{X}) = [(\underline{X} - \underline{X})' \underline{S}^{-1} (\underline{X} - \underline{X})]^{1/2} \text{ y}$$

$$D(\underline{X}_r, \underline{X}_s) = [(\underline{X}_r - \underline{X}_s)' \underline{S}^{-1} (\underline{X}_r - \underline{X}_s)]^{1/2}$$

en forma análoga, se define el ángulo de mahalanobis entre  $\underline{X}_r$  y  $\underline{X}_s$  respecto al origen como aquel ángulo  $\theta$ , tal que

$$\cos \theta = \frac{\underline{X}_r' \underline{S}^{-1} \underline{X}_s}{D(\underline{X}_r, \underline{0}) D(\underline{X}_s, \underline{0})}$$

En el caso de dos poblaciones con medias  $\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2$  y matriz de dispersión común  $\Sigma$  se define la distancia entre ambas poblaciones como la distancia de mahalanobis entre  $\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2$ , y esto es:

$$\Delta(\underline{\mu}_1; \underline{\mu}_2) = [(\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)' \Sigma^{-1} (\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)]^{1/2}$$

Dada una muestra aleatoria de tamaño  $n_i$  con media muestral  $\bar{X}_i$  y estimador insesgado  $\underline{S}_i$  de  $\Sigma$ , de la  $i$ -ésima población,  $i = 1, 2$ , se tiene que la distancia muestral entre ambas poblaciones es:

$$D(\bar{X}_1, \bar{X}_2) = [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' \underline{S}_p^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)]^{1/2},$$

donde

$$\underline{S}_p = \frac{(n_1 - 1) \underline{S}_1 + (n_2 - 1) \underline{S}_2}{n_1 + n_2 - 2} \text{ es un estima-}$$

dor insesgado conjunto (o global) de  $\Sigma$ .

**c) Interferencia Simultánea**

*i) Principio de Unión-Intersección de Roy*

Sea el problema de prueba de hipótesis:

$$H_0 : \theta \in \textcircled{H}_0 \text{ v/s } H_1 : \theta \in \textcircled{H}_1; \text{ donde } \textcircled{H}_0 \cup \textcircled{H}_1 = \textcircled{H} \text{ es el espacio paramétrico y } \textcircled{H}_0 \cap \textcircled{H}_1 = \emptyset.$$

A veces es conveniente expresar  $H_0$  como la intersección de un número de hipótesis más simples, y  $H_1$  como la unión del mismo número de correspondientes alternativas. Simbólicamente tendremos la expresión:

$$H_0 = \bigcap_{a \in A} H_{0a} \text{ y } H_1 = \bigcup_{a \in A} H_{1a};$$

donde  $(H_{0a}, H_{1a})$  forman un par natural de hipótesis nula y alternativa respectivamente para cada  $a \in A$ , un conjunto de índices adecuado. Por ejemplo, supongamos que  $H_0 : \underline{\theta} = \underline{0}$  donde  $\underline{\theta} \in \textcircled{H} = \mathbb{R}^m$  y  $H_1 : \underline{\theta} \neq \underline{0}$ . Entonces podemos elegir

$$H_{0a} : a' \theta = 0 \text{ v/s } H_{1a} : a' \theta \neq 0$$

para todo  $a \in A = \mathbb{R}^m$ , dado que  $\underline{\theta} = \underline{0}$  si y sólo si  $a' \theta = 0$  para todo  $a \in A$ . En la práctica esto significa que una prueba multivariada a cerca de un parámetro vectorial puede ser deducida en términos de una familia de pruebas univariadas. Este procedimiento para construir pruebas de hipótesis multivariadas fue introducido por Roy (1953) y se denomina Principio Unión-Intersección de Roy. Debe observarse que la descomposición de  $H_0$  y  $H_1$  no es única, así que este principio puede conducir a diferentes procedimientos de prueba.

*ii) Principio de razón de Verosimilitud*

Supongamos que un conjunto de variables aleatorias tiene como función de densidad de probabilidad  $f(\underline{X}; \underline{\theta})$ , donde  $\underline{\theta} \in \textcircled{H}$  y deseamos probar  $H_0 : \underline{\theta} \in \textcircled{H}_0$  con  $\textcircled{H}_0 \subset \textcircled{H}$ . Si denotamos como  $L(\underline{\theta})$  la función de verosimilitud de las variables aleatorias, entonces la razón de verosimilitud:

$$\lambda = \frac{\sup_{\underline{\theta} \in \textcircled{H}_0} L(\underline{\theta})}{\sup_{\underline{\theta} \in \textcircled{H}} L(\underline{\theta})}, \text{ puede ser utilizada pa-}$$

ra probar  $H_0$ . La regla de decisión es rechazar  $H_0$  al nivel  $\alpha$  de significación si  $\lambda < \lambda_\alpha$ , donde  $\Pr\{\lambda < \lambda_\alpha / H_0 \text{ verdadera}\} = \alpha$ . Este procedimiento se de-

nomina Principio de Razón de Versimilitud y generalmente es una herramienta muy utilizada en el análisis multivariante por sus propiedades. Bajo condiciones muy generales y con muestras grandes  $-2\ln\lambda$  se distribuye aproximadamente como una  $X^2_v$  cuando  $H_0$  es verdadera. Aquí  $v$  es en la práctica, la diferencia entre la dimensión de  $H_1$  y  $H_0$  (o el número de parámetros libres).

#### IV.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANDERSON. T.W. "An Introduction to Multivariate Statistical Analysis". John Wiley, New York, 1958.
- 2.- MORRISON. Donal F. "Multivariate Statistical Methods", 2nd Ed. Mc-Graw Hill. New York, 1976.
- 3.- SEBER. George Arthur F. "Multivariate Observations", John Wiley. New York, 1984.
- 4.- SRIVASTAVA. M.S. and KHATRI. C.G. "An Introduction to Multivariate Statistics". North Holland. New York. 1979.

Contamos con el más moderno equipo de máquinas y herramientas para la fabricación de:

**Trapiches, Celdas de Flotación, Chancadoras, Bombas de Relave y Agua, Piezas en general para la INDUSTRIA MINERA**

## **INVERSIONES METALURGICAS LTDA.**

EX FUNDICION COQUIMBO

**30 AÑOS AL SERVICIO DE LA MINERIA**

**INDUSTRIA DE FUNDICION Y MAESTRANZA**  
Fundición de: Fe, bronce aluminio y metales.

**OFICINA Y TALLERES EN MIRAFLORES 690  
FONO 311964 - COQUIMBO**

# INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN CHILE

## COOPERACION - UNIVERSIDAD - EMPRESA

Andrés Zauschquevich K.  
Ingeniero Civil de Minas \*

### INTRODUCCION:

Me referiré en la presente exposición a la importancia económica de la investigación en el campo de la Minería con sus ciencias anexas de apoyo: Geología, Mineralurgia, Química, Metalurgia, Mecánica, Electricidad, Electrónica, etc.

En el presente decenio se ha visto en Chile un desarrollo muy amplio de la Minería, en todos sus campos. Todos los proyectos, desde medianos a muy grandes, enfrentan problemas con la materia prima mineral de la cual se trata de obtener uno o más productos transables con el mayor valor agregado posible, máxima recuperación y eliminación de impurezas nocivas.

En el pasado la investigación tecnológica se realizaba en el extranjero principalmente en las Universidades y Centros de Investigación idóneos. En el presente decenio los grandes proyectos mineros con capital extranjero siguen -mayoritariamente- realizando su investigación tecnológica fuera del país. En los últimos 2 a 3 años se nota una tendencia en los inversionistas foráneos de conceder un sector creciente de la investigación tecnológica a nuestros Centros de investigación y a las universidades chilenas siendo

mínima la componente dirigida a estas últimas. Cabe analizar ¿por qué se concede tan poca carga de trabajo a las Universidades? Las empresas interesadas esgrimen diversos argumentos, como ser: lentitud en obtener resultados ya sean positivos o negativos, frecuente cambio de investigadores, mucha variación en el nivel académico de los investigadores, infidencia con los resultados, etc.

La investigación tecnológica reciente realizada en Chile -en este decenio- ha sido muy exitosa y ha dado lugar a proyectos industriales sólidos, de gran envergadura. De los múltiples ejemplos conocidos me limitaré a mencionar los siguientes:

### ***Convertidor modificado de El Teniente (CMT)***

Desarrollado en la División El Teniente de la Corporación Nacional del Cobre de Chile. Consiste en un equipo, de gran tamaño, que transforma el eje de Cu y el metal blanco en cobre blister, permite fundir carga adicional de concentrados de Cu, aumenta considerablemente el rendimiento termodinámico y, consecuentemente, rebaja en forma significativa los costos pirometalúrgicos.

\* Ex miembro de la Junta Directiva de la Universidad de Atacama (1983-1988)

### **Lixiviación T.L. - Extracción por Solventes - Electrodeposición. (T.L. - S.X. - E.W.)**

Desarrollada por la Sociedad Minera Pudahuel. Aplicable, en gran medida, a minerales oxidados y mixtos de cobre (mezclas de óxidos y de sulfuros).

Se trata de un nuevo concepto de lixiviación sulfúrica en capas delgadas de minerales convenientemente acondicionados. La solución impura, obtenida, se somete a una extracción con solventes orgánicos la que -finalmente- descarga un electrolito muy puro de Cu. Este es llevado al proceso standard de Electroobtención (Electrowinning) el que produce finalmente cátodos de Cu de alta calidad y demanda.

### **Eliminación de alto Arsénico de los concentrados de Cobre y Oro.**

Desarrollado por Refimet S.A. A nivel mundial y, también en Chile, se están produciendo anualmente cantidades crecientes de concentrados de flotación de Cu y Au con alto contenido de As, que no es económicamente procesable en los complejos Fundición - Refinería, sin antes eliminar sustancialmente este nocivo elemento. La exitosa investigación tecnológica concebida por esta empresa condujo a resultados tecnológico-económicos altamente eficientes y en operación industrial de modo que reducen cualquier concentrado de Cu - Au con alto As, a un producto de muy bajo As, indicado para ser sometido a los procesos normales de fundición - refinación.

### **La investigación tecnológica del área Minera en las Universidades.**

En Chile contamos, al menos, con 9 Universidades con capacidad para absorber investigaciones científico-tecnológicas en el área que nos interesa.

No quiero generalizar sobre tan importante tema, sino referirme a una Universidad joven, en particular: la Universidad de Atacama -U. D. A.- en Copiapó, Tercera Región. Tuve el privilegio de ser miembro de la Junta Directiva hasta el año 1988 y puedo dejar constancia de la permanente y exitosa política de la Rectoría por mejorar el nivel académico y de investigación. Existe en la U.D.A. como ente directivo investigar el "Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (INDICTEC), con personal de alta calificación, académica, laboratorios modernos, plantas pilotos, biblioteca interconectada al mundo científico - tecnológico, etc.

La superioridad de la U.D.A. tiene la política permanente de seleccionar -rigurosamente- a sus jóvenes profesores e investigadores chilenos y enviar-

los al extranjero para lograr doctorados en: Japón, España, Francia, E.E.U.U., Brasil, Alemania, etc. en campos tan importantes como: Matemáticas, Geología, Electroquímica, Metalurgia, Minería, etc. Tampoco ha descuidado el Humanismo y las Artes incluidas. Ya se ha logrado a pesar de los cortos años de vida de U.D.A. contar con una masa crítica de investigadores, realmente calificados. Se han comenzado a realizar importantes investigaciones geológicas en Atacama, financiadas por el PNUD de Naciones Unidas asimismo, investigaciones relacionadas con recuperación de sales de antiguas salitreras. También hay demanda por investigaciones tecnológicas para la minería subterránea y metalurgia extractiva. El interés de empresas mineras para acogerse a la investigación tecnológica de U.D.A. ha aumentado -recientemente- como consecuencia de disposiciones tributarias favorables a la investigación tecnológica (Ley 16.681 de 31 de Diciembre de 1987) que las empresas encomienden a las universidades. No obstante, hay un punto de gran importancia que debe ser abordado y resuelto en U.D.A.: El estimular pecuniariamente al investigador, con el pronto resultado y la calidad exitosa de la investigación tecnológica que se le encomienda.

Debe establecerse, clara e inequívocamente, el pleno derecho del investigador principal y de su grupo colaborador inmediato a contar con una atractiva y estimulante bonificación sobre su remuneración contractual. La no adopción rápida de tan indispensable acción debidamente reglamentada, fomentará el éxodo de mentes investigadoras, altamente calificadas, al área minera productiva.

Ello promoverá, a no dudarlo, la explosión de la investigación tecnológica en U.D.A. y ciertamente en las demás universidades.

Entre las múltiples investigaciones científico-tecnológicas que debería realizar la Universidad he seleccionado dos temas, cuya resolución técnico económica tendría un amplio efecto en la economía de Chile y, en el primer caso, también un efecto claro de descontaminación atmosférica:

- I Desarrollo de una tecnología propia para recuperar azufre elemental de los gases de Fundiciones chilenas de cobre.
- II Evaluación del potencial aurífero de las cenizas volcánicas de Chile.  
Planteamientos para una investigación tecnológica.

TEMA I

DESARROLLO DE UNA TECNOLOGIA PROPIA PARA RECUPERAR AZUFRE ELEMENTAL DE LOS GASES DE FUNDICIONES CHILENAS DE COBRE

Chile, como primer productor de cobre de la Tierra cuenta con el mayor número de fundiciones en operación de país alguno. Ellas son: Chuquicamata, Mantos Blancos, Potrerillos, Paipote, Ventanas, Chagres y Caletones.

La mayor parte de las cargas metalúrgicas de fusión contienen alto porcentaje en azufre. Así, en 1988, la producción total de cobre fino ascendió a 1,4 x 106 T.M. Estimo, igualmente, que la cantidad de azufre eliminada en la fundición, en forma de gases sulfurosos, alcanzó a 1,3 x 106 T.M. El mayor porcentaje de gases se pierde en la atmósfera y es un serio contaminante del ambiente.

Únicamente las fundiciones de cobre de: Chuquicamata, Paipote, Chagres y Caletones cuentan con plantas de ácido sulfúrico que recuperan sólo parcialmente el azufre desprendido en el complejo proceso de fundición a saber:

PLANTA DE H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ACIDO/AÑO T.M.	AZUFRE EQUIVALENTE	OBSERVACIONES
Chuquicamata	612.000	204.000	En puesta en marcha durante 1989
Paipote	50.000	17.000	
Chagres	36.000	12.000	
Caletones	27.000	9.000	
TOTAL	725.000	242.000	

Por lo tanto, se bota al aire en Chile, en forma continúa, unos 1.058.000 T.M. de S, en forma de SO<sub>2</sub> y algo de SO<sub>3</sub>II

A partir de 1991 se pondrá en operación la moderna planta de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de la Fundición de Ventanas, que producirá 270.000 T.M. de ácido/año equivalente a 90.000 T.M. de azufre. Por lo tanto, la contaminación atmosférica de Chile se reducirá en dicha cifra.

Lo anterior quiere decir que seguiremos botando al aire, hacia fines de siglo, no menos de 968.000 T.M. de azufre/año.

Veamos que ocurre con los gases sulfurosos de las fundiciones de cobre en los países desarrollados:

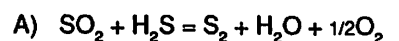
América del Norte, Europa, Japón. Se transforman totalmente en: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - SO<sub>2</sub> líquido, CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O (yeso) y S<sub>2</sub> elemental (en una pequeña proporción). El ácido tiene un amplio comercial, por lo que no les preocupa buscar otros compuestos a base de azufre. Sólo Finlandia y Suecia producen pequeñas cantidades de S<sub>2</sub> elemental, por métodos caros y lejos de la perfección tecnológica. Más bien lo hacen para cumplir con las severas reglamentaciones de conservación ambiental.

Por lo tanto, al no ser un problema tecnológico de interés, en los países industrializados, la recuperación de S<sub>2</sub> elemental de los gases de fundiciones de Cu, pasa a ser un problema netamente chileno.

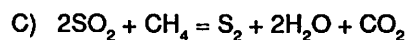
Procedimientos para recuperar S<sub>2</sub> elemental en Chile.

Teóricamente se trata de reducir el gas SO<sub>2</sub>, mediante un agente reductor, en presencia de un catalizador, a temperatura adecuada.

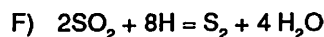
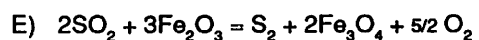
Veamos algunas reacciones químicas, básicas, teóricas:



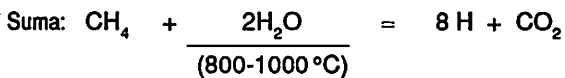
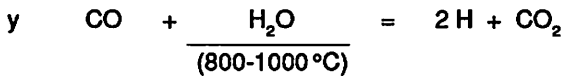
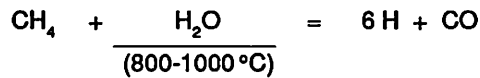
Esta reacción ocurre en los volcanes activos y es el origen de nuestros caliches de azufre.



Cualquier otro hidrocarburo gaseoso, como ser etano, propano, butano, etc. cumple su papel de compuesto reductor, frente al SO<sub>2</sub>.



Para obtener el H reductor vale la siguiente reacción:



Como se vé, esta reacción es directamente aplicable a la primera ecuación de F).

Se trata de hacer reaccionar dos gases calientes, en presencia de un catalizador ad-hoc.

La objeción que aparece, de inmediato, es que sólo tenemos en Chile hidrocarburos gaseosos en Punta Arenas y allá no hay fundiciones de Cu.

### POTENCIAL DE HIDROCARBUROS EN LOS SALARES DE ATACAMA Y PEDERNALES

Después de años de estudios geológicos y geofísicos, ENAP, asociada con empresas extranjeras, comenzará en el mes de Agosto próximo a perforar un sondaje profundo en medio del Salar de Atacama. Hay razonables probabilidades de descubrir hidrocarburos en dicho lugar, lo que probablemente se sepa en el lapso de un año. Será fácil bombear el gas metano desde el pozo a Chuquicamata, Calama, Mantos Blancos, Antofagasta. Así contaríamos con un buen reductor químico para el SO<sub>2</sub> que emiten las Fundiciones de Chuquicamata y Mantos Blancos. En lo que respecta al Salar de Pedernales (III Región), ENAP ha completado los estudios geológicos y geofísicos, quedando pendiente la asociación con inversionistas de riesgo, lo que parece probable a corto plazo. El eventual descubrimiento de hidrocarburos en el Salar de Pedernales (Cerca de Potrerillos), permitiría llevar gas metano a dicha fundición y extender, también, el gasoducto al valle de Copiapó: Fundición de Paipote y ciudad de Copiapó.

Adicionalmente existe, teóricamente, otra potencial ventaja: la formación sedimentaria de Pedernales

contiene alto contenido calcéreo. En formaciones petrolíferas similares, junto a hidrocarburos, aparece el H<sub>2</sub>S (\*). La separación de este gas ácido cuenta con tecnología conocida y permitiría aplicar la reacción A).

### Gasoducto desde la Provincia de Mendoza a Santiago y Valparaíso.

Hay un proyecto serio para traer gas natural metano, desde el Sur de Mendoza, Argentina, a través del valle del río Maipo, a Santiago y Valparaíso. Las fundiciones de Cu de Caletones (El Teniente), Chagres y Ventanas, estarían muy cerca del trazado del gasoducto.

Por lo anteriormente expuesto, resalta la conveniencia de la plena investigación tecnológica de reducción del SO<sub>2</sub> de todas las fundiciones de Cu chilenas, mediante la reducción con metano.

El azufre elemental tiene actualmente un precio FOB de unos US\$ 150.- por tonelada métrica. Fácilmente se ve el potencial económico que tendría para Chile la recuperación masiva de azufre de los gases sulfurosos que hoy en día nos contaminan el ambiente.

**CONCLUSIONES:** Parece conveniente estimular y promover la más amplia y exhaustiva investigación tecnológica nacional para recuperar el S<sub>2</sub> elemental de los gases de las Fundiciones chilenas de cobre. Deberían colaborar nuestras universidades y centros de investigación en la solución final de tan importante problema. El financiamiento debería provenir, en gran medida, de los propietarios de las Fundiciones de Cobre.

---

(\*) Información verbal del especialista en petróleo Ing. Carlos Mordojovich K.

TEMA II

POTENCIAL AURIFERO EN LAS CENIZAS VOLCANICAS DE CHILE  
PLANTEAMIENTOS PARA UNA INVESTIGACION TECNOLOGICA

Es necesario destacar el aumento creciente de la demanda mundial del metal oro, que ha adquirido mayor demanda con el desarrollo sensacional de la electrónica y de la conquista espacial.

Chile produce actualmente unas 16 T.M. anuales de oro fino. Los grandes proyectos que se están poniendo en marcha, tales como Choquelimpie, El Hueso, la Coipa, Marte, El Tambo, etc. harán subir -entre los años 1990- 1991 la producción en otras 18 T.M./año. Chile pasará -así- a ser el segundo productor de oro de Latinoamérica (después de Brasil) y el 7º productor mundial de este metal.

El modelo geológico tradicional de yacimientos auríferos es objeto de una intensa prospección, a lo largo de nuestro país. Es por ello que el autor ha pensado, desde hace largos meses, buscar otra fuente potencial de producción del metal amarillo: las cenizas volcánicas. Los volcanes activos en el país, que suman alrededor de 60, el 10% mundial, periódicamente producen erupciones, que generan tres productos: lavas líquidas, gases y cenizas volcánicas. En la zona central de Chile se observa gran cantidad de estratos modernos de cenizas volcánicas, levemente compactados con el correr de los milenios. Así por ejemplo se ven cenizas volcánicas en la ruta 68 a Valparaíso, en el sector Pudahuel, en Cerrillos, en Melipilla, Alhué, etc. La más reciente gran erupción de cenizas ocurrió en 1933, cuando el volcán Quizapú, cerca de Talca, estuvo arrojando a la atmósfera, durante varios meses, miles de kilómetros cúbicos de cenizas, que -no sólo cayeron en Chile, sino que también se repartieron por todo el mundo. En nuestro caso, las cenizas volcánicas modernas chilenas contienen oro en cantidades pequeñas por lo que este recurso no llama la atención al minero. En otras zonas volcánicas del mundo, las cenizas virtualmente no contienen oro (Etna y Stromboli en Italia,

Islandia, etc.)

Veamos, antes de seguir adelante, el contenido típico de oro en diferentes medios de la Tierra (cuadro A):

El grupo C ya está iniciando su producción en Chile y será responsable del aumento de 18 T.M./año de oro metálico, a cortísimo plazo.

El grupo D es el tipo tradicional de yacimientos de oro, explotado desde los tiempos pre-coloniales y con gran potencial por delante.

El grupo E es típico de las culturas autóctonas pre-hispánicas y aún le queda un cierto potencial, aunque limitado.

¿Qué podemos esperar de las cenizas volcánicas en Chile, en lo que respecta al oro?

La información escrita es, casi nula. Por ello es que mi tesis se basa en consideraciones teóricas del volcanismo moderno en Chile y, en algunas muestras, tomadas al azar por el autor, esto es, no representativas en el contenido de oro de dichas cenizas volcánicas.

Planteo, pues tentativamente que dichas cenizas volcánicas chilenas, con contenido variable de Au, según el volcán activo, podrían variar entre:

0,01 - 0,1 grs. de Au/T.M.

¿Qué contenido de Au por Km<sup>3</sup>. habría en las cenizas volcánicas?

Cuadro A		
MEDIOS O AMBIENTE	CONTENIDO TIPICO DE AU: GRS/T.M.	OBSERVACIONES
A) Agua de Mar	4 x 10 <sup>-6</sup>	
B) Rocas Igneas	5 x 10 <sup>-3</sup>	
C) Yacimientos epitermales diseminados	0,3 - 1,8	Ej: La Coipa, El Hueso, Marte, El Indio, El Bronce, Alhué.
D) Yacimientos epitermales vetiformes	2 - 12	
E) Lavaderos de Oro	0,02 - 0,08	Equivale a 0,05 - 0,2 grs. de Au/m <sup>3</sup> .

## avances en minería

Ley de Au grs./T.M.	Fino de Au/Km3.	
0,01	16.000 Kgs. o	51.440 Onzas
0,05	80.000 "	2.572.100 "
0,10	160.000 "	5.144.200 "

Cabe hacer notar que el precio del Au en el mercado mundial, se ha mantenido entre los 370 - 420 US\$/Onza troy.

Por otra parte, el volumen de cenizas modernas existentes en nuestro territorio continental debe ser del orden de varias decenas de miles de kilómetros cúbicos.

### PLANTEAMIENTO DE UNA INVESTIGACION TECNOLOGICA DE INTERES NACIONAL

Los antecedentes expuestos parecen justificar una completa, sistemática y exhaustiva investigación de carácter tecnológico nacional sobre la materia, a repartirse en diferentes Universidades y Centros de Investigación de Chile.

La investigación debe abarcar, desde la geología hasta la eventual recuperación metalúrgica y, ciertamente, la factibilidad económica del proceso productivo.

Como fuentes de recursos podría pensarse en los "Fondos de Desarrollo Regional", Fondecyt, PNUD, aportes especiales a las Universidades y otros.



**REFRACTARIOS CHILENOS S.A.**  
Carretera Panamericana Norte 3076  
Renca - Santiago  
Central Telefónica 771305  
Casilla 1335 - Télex 340376 RECSA CK  
Fax 774026  
Santiago - Chile



# LA UNIVERSIDAD DE ATACAMA Y LA SEGURIDAD MINERA REGIONAL

Aliro Alfaro Alvarez (\*)

**INTRODUCCION:** El hombre, desde su creación, ha estado expuesto y ha sufrido accidentes producto de su diario quehacer y, por tratarse de hechos cotidianos, no se les daba mayor importancia y eran considerados sólo "accidentes de la vida diaria".

Fue en el siglo pasado, cuando se inicia la llamada REVOLUCION INDUSTRIAL, que se inicia también la toma de conciencia de los problemas de accidentes, concediéndose la mayor importancia para controlar éste flagelo, que fue consecuencia del brusco cambio que debieron enfrentar los trabajadores de la época, al tener que convertirse de artesanos en obreros industriales, que ignoraban los nuevos riesgos que generaban las máquinas.

En principio se creía que éstos accidentes eran normales, que eran parte del trabajo y como ya se mencionó, no existía preocupación por prevenirlos.

Con el pasar del tiempo, fue cambiando la mentalidad y en algunos países se adoptan las primeras medidas de protección.

## SINTESIS HISTORICA DE LA SEGURIDAD MINERA.

Los accidentes del trabajo, también han dejado su triste secuela en Chile y es así como los primeros intentos por prevenirlos, se reflejan en cuerpos legales que se remontan prácticamente a la época de la dominación española, la cual mediante Reales Células, bajo Carlos V y Felipe II; "Prohibía usar a los indios como bestias de carga, excepto cuando se trataba de transportar artículos esenciales, debiendo en todo caso ocuparse mayores de 18 años y con cargas no mayores de 23 Kgs. y, en caso de accidentes en las minas, los lesionados deberían recibir de los encomen-

dadores, atenciones médicas y económicas equivalentes al 50% de su jornal.

Pero, fue solo en el año 1916 y bajo el N° 3170, se legisla sobre accidentes del trabajo, estableciendo atención médica, pago de subsidios e indemnizaciones, asegurando además, la responsabilidad de los accidentes. Por otra parte, dicha legislación dejó fuera aquellos accidentes ocurridos con gran culpa de las víctimas, lo que actualmente se conoce como negligencia inexcusable del trabajador, las enfermedades profesionales y los accidentes en trabajos transitorios.

Dentro de ese mismo cuerpo legal aparece el concepto de SEGUROS por accidentes del trabajo, a través de Asociaciones Mutuas o Sociedades de Seguros Chilenas.

En 1924 se legisla, mediante la Ley N° 4055, considerando indemnizables todos los accidentes del Trabajo y las Enfermedades Profesionales. Esta ley fue modificada sólo en el año 1945, donde se aumenta el porcentaje de los subsidios de 50% al 75%.

Posteriormente en el año 1940, por Decreto N° 625, se establecen normas sobre Higiene y Seguridad Industrial y sólo en el año 1953, se crea el Consejo Nacional de Seguridad.

En el año 1942 se crea la Caja de Accidentes del Trabajo, organismo semi-fiscal, contratador de Seguros que tuvo el mérito de preocuparse más intensamente de la Prevención de Riesgos.

Posteriormente, en 1946 entra en vigencia el Reglamento de Policía y Seguridad Minera, el que fue reemplazado en el año 1969 por Decreto Supremo N° 32, para finalmente con fecha 21 de Octubre de 1985, se aprueba el Decreto N°72, Reglamento de Seguridad Minera, actualmente en vigencia.

Con el transcurso de los años se siguió legislando, generalmente en forma irregular y específica para determinados grupos, con lo cual se logró estructurar una legislación más o menos general en cuanto a Higiene y Seguridad Industrial. Toda esta legislación es

(\*) *Experto en prevención de riesgos  
Profesor de Prevención de riesgos en Depto. de Minas de U. de Atacama.*

prácticamente organizada a través de la Ley 16.744, publicada en el Diario Oficial del 1º de Febrero de 1968 y vigente a partir del 1º de Mayo del mismo año.

### LA UNIVERSIDAD DE ATACAMA Y SU ROL

“La Universidad de Atacama, deberá, como integrante del sistema universitario chileno, entregar recursos humanos de alto nivel de preparación, investigación científica y tecnología y contribuir al preservamiento y desarrollo del patrimonio cultural del país, además, como integrante de una región con sus características naturales y culturales específicas, deberán ampliar sus labores en cumplimiento de su misión regionalista y deberá hacerlo de tal manera que ambos deberes no se obstruyan sino más bien se potencien. Formidable desafío que estamos tratando de afrontar”, era éste, el planteamiento de compromiso que hacía el día 23 de octubre de 1987, el entonces Rector D. Vicente Rodríguez Bull, en su discurso de conmemoración del Sexto Aniversario de la Universidad de Atacama.

Siendo Atacama una región eminentemente minera y, nuestra Universidad, la heredera indiscutible de toda una tradición la cual fue asumida desde los albores de la Educación Superior en nuestra región, por la legendaria Escuela de Minas y posteriormente

en la histórica etapa Universitaria, como sede de la ex-Universidad Técnica del Estado, para asumir en la actualidad, el desafío de desarrollo y creciente avance que experimenta nuestra región, a través de la Universidad de Atacama, como lo graficó en su oportunidad el propio ex- Rector, afirmando que “es evidente la necesidad de misiones que —pese a no corresponder exactamente a las funciones universitarias— deba asumir con urgencia, por constituir necesidades locales o regionales relevantes, para las cuales no existen otras instituciones que puedan atenderlas...”

Hoy por hoy, la alta accidentabilidad en la minería regional, constituye un serio problema social y económico que afecta directamente al trabajador y a la empresa donde ocurre el hecho, puesto que como es sabido, todo accidente trae implícito un alto costo, el que es absorbido directamente por la población laboralmente activa.

Es por tal motivo que los accidentes mineros constituyen una “necesidad regional relevante”, que exige la mayor atención, no obstante existir instituciones y Servicios que por mandato de la Ley, deberían preocuparse de ésta problemática, pero en la realidad esto no acontece así y la Universidad de Atacama, por tradición y compromiso con la comunidad atacameña está “afrontando este formidable desafío”.

AÑO	Nº ACC FATAL	TASA FREC.	TASA GRAVEDAD	TASA FAT.	GRAN MINERIA %	PEQ. MINERIA %	MEDIANA MINERIA %	MINERIA ARTESAN. %
1981	9	29,9	2.964,2	0,37				
1982	8	25,8	2.948,1	0,38				
1983	15	27,0	4.605	0,64				
1984	12	23,8	2.460	0,32				
1985	10	28,2	2.110	0,26				
1986	11	24,8	2.077	0,27				
1987	14	23,9	2.180	0,29	50,00	42,86	7,14	--
1988	20	36,7	4.086	0,56	20,00	45,00	15,00	20,00
1989	12	--	--	--	33,33	58,34		8,33
1990	11	--	--	--	9,09	9,09	54,55	27,27

Nota de la redacción: A diciembre de 1990 la cifra de accidentes fatales aumentó a 19.

## **LA UNIVERSIDAD DE ATACAMA Y LA SEGURIDAD MINERA.**

Los indicadores estadísticos sobre accidentes mineros ocurridos en la región de Atacama, son simplemente alarmantes, a partir del año 1981 se han registrado 122 casos fatales, según se desprende del cuadro precedente, cuya fuente es el Servicio Nacional de Geología y Minería.

A partir del año 1988, la Universidad reorienta su quehacer ante la problemática y hace efectivo aporte a la Seguridad Minera, a través de una serie de Tesis o Memorias para optar al título en las diversas especialidades, tanto en las carreras de Ingeniería como de Técnico Universitario.

Dichos trabajos versan sobre: "Cianuración por pilas para minerales de Ag y Au "en el que se consideran y analizan en forma amplia los riesgos de accidentes por exposición a Cianuro, medidas de saneamiento básico y ambiental y su impacto en salud; "La electricidad y sus riesgos", un importante aporte a la prevención de riesgos específicos que se presentan en las Plantas de tratamiento de minerales y a la exposición permanente a que se encuentran expuestos los trabajadores eléctricos.

Siendo la Silicosis, la enfermedad profesional más importante dentro de la minería regional, se realizó el estudio de "Prevalencia de la silicosis en los trabajadores mineros de Atacama", en donde se consideró como grupo muestra, los trabajadores adcritos a la Asociación Chilena de Seguridad, constituyéndose éste trabajo en un complemento a uno similar realizado por el Servicio de Salud Atacama, tomando como muestra, los trabajadores adcritos al Servicio de Seguro Social.

"Programa de Prevención de Riesgos para faenas de la Asociación Minera de Copiapó", previo a este estudio se debió realizar un proceso de normalización de

alrededor de 140 faenas, minas y plantas, según las exigencias mínimas que deben reunir, de acuerdo al Decreto Nº 72, Reglamento de Seguridad Minera, luego del cual, se procedió a través de un Programa Computacional, a mantener actualizados la información estadística de accidentes y minero-metalúrgica y buenas condiciones de trabajo en general.

En etapa de desarrollo se encuentra la propuesta de un "Programa de Prevención de Riesgos para la minería pequeña y artesanal" en el cual se desarrollará una encuesta en este segmento, para determinar un "perfil del pequeño minero" y a partir de ello elaborar un programa de atención, el que en caso de no ser posible asumir por los propios mineros, deberá proponerse alternativas de subsidios a fin de solucionar los problemas de éste importante segmento laboral.

En los mismos términos que los trabajos ya descritos, se está trabajando en el "Costos de implementación de un Departamento de Prevención de Riesgos para la pequeña minería" y, finalmente diremos que se está realizando un "Estudio de factibilidad para la creación de una Mutual de Seguridad de Empresas Mineras".

Como se puede desprender de lo expuesto, el aporte de la Universidad de Atacama en este sentido es real y su efectividad va a depender de la forma en que estos estudios se puedan canalizar y desarrollar en el plazo inmediato, puestos que todos ellos, están orientados a Prevenir los riesgos, tanto de Accidentes del Trabajo, como de Enfermedades Profesionales a que están expuestos TODOS los trabajadores mineros en general, y en especial los pequeños mineros y pirquineros, segmentos estos, que merecen atención preferencial, por su valioso aporte a la economía y por su propia dignidad, ya que no se debe olvidar que los accidentes son un atentado contra la dignidad de las personas y que su atención y control constituyen un deber moral, más que un deber impuesto por la Legislación vigente.

# PRESENCIA

---

De la minería en el sistema bancario.

---

# COMPROMISO

---

De la banca con el desarrollo minero.

---

**BANCO CONCEPCION**

FUNDADO EN 1871

INFORMESE SOBRE EL LIMITE DE GARANTIA ESTATAL A LOS DEPOSITOS

# Las CINCO MEDIDAS

## de JUAN HAMILTON

El Ministro de Minería, Juan Hamilton Depassier dió a conocer en nuestra ciudad, la última semana de julio el Plan de Fomento de la Pequeña y Mediana Minería, centrando el desarrollo en cinco puntos que comenzarán a aplicarse en 1991, con el nuevo presupuesto.

Para llegar a esas determinaciones, el Secretario de Estado, hizo un análisis crítico de la gestión de la Empresa Nacional de Minería. Es interesante conocer con detención lo expresado por Juan Hamilton ya que sus palabras vienen a demostrar lo que los productores mineros de Atacama estaban mencionando hace bastantes años.

Señaló el Ministro de Minería, Juan Hamilton en el Salón "José Joaquín Vallejo", en julio de 1990:

Desde su fundación en 1960, la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) ha tenido como mandato legal el fomento de la explotación y beneficio de toda clase de minerales con el fin de industrializarlos y comercializarlos.

Los legisladores de la época pensaron, con razón, que el rol de ENAMI debía centrarse en esas tareas con el fin de desarrollar el potencial minero de Chile, esencialmente localizado en las provincias del norte.

Durante el período 1960-1973, ENAMI cumplió su tarea en una forma que se puede caracterizar como

"paternalista", actuando a través de subsidios a las tarifas de minerales y con el compromiso de realizar otros trabajos de difícil administración.

Es así que la empresa no sólo compraba y distribuía insumos para la minería, sino que también reparaba maquinarias del sector minero, construía caminos, escuelas y otras edificaciones, tareas que excedían la actividad de fomento propiamente tal.

Con el advenimiento del gobierno autoritario y la influencia del liberalismo aplicado dogmáticamente, la

actividad de fomento se fue desdibujando hasta desaparecer en la práctica.

Caímos en el otro extremo: desde el paternalismo estatista pasamos a la ausencia total de apoyo. ¡Salíamos de las brasas para caer en el fuego!

Aún más, el afán privatizador buscó descapitalizar a la empresa con el objeto de traspasarla al sector privado.

### DESNACIONALIZAR

No existía una racionalidad económica

detrás de esta decisión, sino que, sobre todo, el imperio de la ideología sobre el sano juicio y el interés general.

La comunidad de Copiapó fue testigo de este proceso. Frente a sus ojos se transfirieron muchas pertenencias y plantas al sector privado. Copiapó también fue testigo de cómo se intentó desnacionalizar la plan-



*El Ministro de Minería, Juan Hamilton dio a conocer un análisis sobre la pequeña y mediana minería chilena.*

ta Manuel Antonio Matta y la fundición de Paipote.

¡Fue gracias a la decidida oposición de los trabajadores de ENAMI y de muchos empresarios privados que entendían la necesidad de mantener a esta empresa en manos del Estado, que estos intentos resultaron infructuosos y hoy día, tanto Matta como Paipote siguen ahí, al servicio de la pequeña y mediana minería chilena!

El Ministro que les habla está firmemente convencido de la importancia de la propiedad privada. También está convencido del primerísimo rol que le cabe al mercado en el desarrollo regional y nacional.

Sin embargo, es difícil que la empresa privada cumpla los objetivos que la ley le otorga a ENAMI.

La empresa privada persigue una legítima ganancia y es de todos sabido que para lograr esos fines, la empresa privada hubiese prescindido del aporte de muchos pequeños y medianos mineros con el consecuente efecto sobre el empleo y el bienestar de ésta y otras regiones del país.

Les voy a decir algo que no es nuevo... pero es útil recordar: sin la presencia de ENAMI, los pequeños y medianos mineros se verían desvalidos y desprotegidos, pues no contarían con el apoyo que la empresa estatal les brinda.

Pero no basta con que ENAMI siga siendo del Estado. Para cumplir su rol y apoyar el desarrollo del sector, ENAMI debe ser también eficiente y generar los recursos necesarios para invertir en su propio desarrollo... en la modernización de su gestión y de su tecnología.

No es mi interés criticar lo hecho por el régimen anterior, pero no se puede confrontar el futuro sin considerar las acciones del pasado. Es así que dentro de los problemas heredados por la actual administración de la empresa, quiero mencionar la baja inversión en equipos y el desamparo presupuestario con el que se entregó ENAMI el 12 de marzo de 1990.

### REGIONALISMO Y EFICIENCIA

El Nuevo Plan de Fomento de ENAMI, que me honro en anunciar aquí en Copiapó, epicentro de la minería chilena, proviene de una reflexión profunda de sus ejecutivos sobre las mejoras necesarias para aumentar la eficiencia de la empresa, regionalizar más su gestión, reducir costos para poder invertir en su desarrollo y aumentar la capacidad de fomento a la pequeña y mediana minería.

Es tarea de esta administración implementar este nuevo plan sin caer en los excesos paternalistas del

pasado y sin reproducir los errores del liberalismo a ultranza que existió durante los años de régimen autoritario.

Como primer paso del Plan de Fomento, ENAMI implementará un cambio radical con respecto a la práctica del pasado en donde las plantas de beneficio dependían directamente de Santiago.

El nuevo plan implica, por el contrario, que las unidades productivas dependan de Oficinas Regionales y se responsabilicen por sus resultados y sus costos.

Las oficinas dependerán jerárquicamente de la Dirección de Fomento y reunirán, en una unidad básica, las operaciones funcionales de compra, proceso y beneficio de minerales, además de las actividades de fomento.

¡Este nuevo esquema otorga capacidad de decisión a nivel regional y nos permite avanzar en una efectiva regionalización, lo que constituye una aspiración profundamente sentida y largamente postergada.

El Presidente Aylwin, hablando en la Ceremonia de Clausura de las Jornadas de Regionalización, el 1º de julio pasado en Valparaíso expresó su apoyo a nuestra iniciativa señalando:

"Creo que indudablemente en el plazo administrativo se pueden ir adoptando decisiones encaminadas y materializar la aspiración descentralizadora. Y puedo señalar como ejemplo las decisiones que ha adoptado recientemente la Empresa Nacional de Minería, ENAMI, en orden a regionalizar su administración, de tal manera que las decisiones que afectan a las distintas regiones del país donde esta empresa presta sus servicios, se adopten en las instancias de esa respectiva región y no tengan que venir a la autoridad central.

Amigos de la III Región: a principios del próximo año, ustedes y las otras regiones en donde existen plantas de ENAMI, podrán recurrir directamente estas cuatro Oficinas Regionales, en Valparaíso, La Serena, Copiapó y Antofagasta, con la certeza que sus ejecutivos dispondrán de la suficiente autonomía para resolver problemas, adoptar medidas y tomar decisiones que interesen al sector minero, sin verse forzados a viajar a la capital.

Pero, es necesario advertirlo, esta reforma está asociada a responsabilidades mayores en las regiones. La autonomía de estas Oficinas Regionales permite introducir indicadores de gestión más precisos en ENAMI, de modo tal, que la empresa tenga información oportuna sobre sus fuentes de pérdidas y sus fuentes de utilidades.

## 5 MIL MILLONES DE PESOS

¿Saben ustedes que las pérdidas acumuladas entre 1988 y 1990 por las actuales tarifas y la mantención de stocks de minerales oxidados superan los 5.000 millones de pesos?.

"Está conciente la comunidad minera que el ácido sulfúrico está subsidiado en las tarifas a un precio de 44 dólares por tonelada, siendo que ENAMI debe pagar un precio de importación de 90 dólares?.

El esfuerzo de ENAMI en regionalizar su gestión para mejorar la eficiencia y aumentar el fomento debe tener su contrapartida. El sector minero debe comprender que la empresa no puede ni debe seguir generando las enormes pérdidas incurridas por la compra de minerales oxidados.

El caso de la chatarra es similar mientras que el precio de la chatarra incluido en la tarifa es de 94 dólares por tonelada, la empresa debe desembolsar 125 dólares para adquirir ese insumo en el mercado nacional.

¡Es por lo tanto de toda justicia que esta situación se rectifique!. Las partes deben buscar el conceso necesario para diseñar una tarifación racional, en donde ENAMI se comprometa a mejorar los niveles de recuperación metalúrgica de sus plantas, los mineros acepten que los precios de los insumos se acerquen a los precios reales del mercado.

El Ministro que les habla ha sido muy enfático en reiterar a la administración de ENAMI que no se busque traspasar al sector minero el costo financiero y de riesgo de mantener los altos stocks de minerales oxidados. Solamente los costos financieros superan los 75 millones de pesos mensuales.

Del mismo modo, pido a la comunidad minera que reflexione sobre lo siguiente: solamente a través de una mayor eficiencia de ENAMI es que el negocio de la pequeña y mediana minería puede prosperar.

Nos preocupa enormemente por ejemplo, la baja recuperación metalúrgica de las plantas de lixiviación de la empresa. La baja recuperación significa pérdidas para ella, y también para los mineros, que no obtienen todo el derivado de los minerales que extraen como fruto de su trabajo.

¡Es entonces justo y necesario que los mineros los exijan a ENAMI mejorías operacionales! ¡Es justo y necesario que se le exija mayor eficiencia!

Para cumplir este objetivo, ENAMI invertirá del orden de los 10 millones de dólares en los próximos 3 años en mejorar la eficiencia de las plantas de lixivia-

ción de minerales. ¡El interés regional y de Chile entero así lo exige!

Es política de este Gobierno contrarrestar las pérdidas de la empresa y realizar las inversiones que ENAMI necesita para su modernización. Los graves problemas de contaminación que Uds. conocen y que ENAMI debe responsablemente enfrentar, por el bienestar de la comunidad y de sus trabajadores, requieren de cuantiosas inversiones que hacen imperativa una gestión económica eficiente.

Por lo tanto, los cinco programas de desarrollo minero que serán puestos en práctica por las Oficinas Regionales de ENAMI buscan incentivar la creación de empresas mineras autónomas, dinámicas y estables en el largo plazo, caracterizadas por mayores niveles de producción, productividad y tecnología.

En el centro de estos programas yace la convicción que ENAMI debe contribuir a generar un empresariado minero moderno y capaz de asumir un rol económico y social de mayor relevancia al que cumple en la actualidad.

## LAS CINCO MEDIDAS

El primer programa del Plan de Fomento considera la ampliación de los actuales poderes compradores de la empresa para apoyar el desarrollo minero en zonas con un claro potencial de desarrollo y en donde ENAMI no cuenta actualmente con poderes compradores establecidos.

El poder comprador es una de las herramientas fundamentales de la empresa, ya que, asegura un mercado para los productores del sector. Para lograr este fin ENAMI contratará maquilas de beneficio de minerales con el sector privado e impulsará la instalación de nuevas plantas de tratamiento privadas.

El segundo programa es de reconocimiento minero y pretende cuantificar la existencia de recursos muchas veces conocidos, pero escasamente evaluados. La idea es generar la información suficiente para desarrollar nuevos proyectos de inversión por empresas nacionales o extranjeras.

El tercer programa contempla la asistencia técnica y crediticia a corto plazo y está dirigido a clientes actuales de ENAMI. La idea es hacer un "fomento operacional" que permita estabilizar los flujos de minerales a las plantas de ENAMI para evitar problemas de abastecimiento.

Mediante esta asistencia, los productores podrán evitar problemas de caja y mantener un desarrollo equilibrado de sus trabajos.

Este programa es otra tarea de importancia que deberá abordar la presente administración de ENAMI: la empresa debe corregir las distorsiones y desajustes entre el abastecimiento y sus capacidad de producción.

Queremos evitar la paradoja de que mientras algunas plantas tienen capacidad ociosa por escasez de abastecimiento como es el caso de Salado, por ejemplo -otras carecen de la capacidad necesaria para procesar los minerales que el sector desea vender a la empresa- como es el caso de la planta de Vallenar.

El cuarto programa del Plan de Fomento considera la asistencia crediticia a largo plazo con el objetivo de mejorar la capacidad instalada de los mineros que accedan a este programa.

El sector tiene serios impedimentos para imple-

mentar proyectos de expansión debido, esencialmente, a dificultades para obtener recursos financieros. ENAMI pretende apoyar el desarrollo de proyectos, ya sea, a través de financiamiento directo u otras medidas que permitan acceder a recursos externos para canalizarlos hacia el sector.

El quinto y último programa del Plan busca el desarrollo de la minería polimetálica que despierta un interés creciente en el país.

Existen antecedentes de un potencial de zinc, plomo y plata a lo largo de Chile que se complementa con una demanda creciente y a precios estables, especialmente para los concentrados de zinc.

A través de estos cinco programas, que comenzarán a implementarse con un nuevo presupuesto en 1991, la pequeña y mediana minería entrarán de lleno en una nueva era de desarrollo y mayor bienestar.

# Distribuidora "O'HIGGINS"

**FERRETERIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCION**

**Federico Neumann Osorio**

- ALAMBRE • CEMENTO • CLAVOS • PINTURA
- PIZARREÑO • HERRAMIENTAS • CAÑERIAS
- QUINCALLERIA • FITTINGS • SANITARIOS
- MADERAS CHOLGUAN • VINILIT • ENLOZADOS
- ALUMINIO Y MENAJE

MAIPU 420 — TELEFONO 212878 — CASILLA 380 — COPIAPO



# LA COMPUTACION APLICADA AL ENTRENAMIENTO DE PERSONAL

La importancia e impacto de la computación en las diferentes áreas de la actividad humana es un fenómeno que nadie discute.

La utilización del Computador en la Enseñanza ya no resulta una novedad. Sin embargo, el uso de la computación en acciones de Capacitación requiere considerar una serie de aspectos e información adecuada por parte de los potenciales usuarios. Por esta razón, en este trabajo damos cuenta de la exposición efectuada sobre este interesante tema, por el académico de la Universidad de Atacama, señor Juan Díaz, en el Tercer Encuentro Nacional de Capacitación de Empresas del Sector Minero Metalúrgico celebrado en La Serena a fines de 1987.

**Juan Iglesias Díaz**

Profesor Universidad de Atacama  
Magister en Educación

## Introducción

Las relaciones entre Educación y Computación pueden analizarse desde varios puntos de vista. Probablemente el más conocido tiene que ver con la enseñanza de las técnicas asociadas al uso del computador. Es decir, la habilitación para utilizar el computador en la vida profesional y personal.

Este trabajo, sin embargo, se ocupa exclusivamente de la aplicación del computador en los procesos de enseñanza y particularmente en el tipo de procesos educativos que son específicos de la Capacitación. Entendida esta última en su connotación amplia y no sólo en relación con objetivos de habilitación técnico-manual. Por lo mismo, el tema cae dentro del área que se conoce con las siglas C.B.E. (Computer Based Education) o también C.A.I. (Computer Assisted Instruction).

Se intenta revisar el estado actual de las posibilidades, dificultades y conveniencias para la utilización del computador como un soporte instruccional en algunos de los programas de capacitación que habitualmente deben realizarse en las empresas. La palabra SOPORTE se utiliza en el contexto de la Enseñanza

Programada. Se hará especial mención a los requisitos que debería considerar cualquier intento de implementación de un sistema de C.A.I. para la Capacitación y de los aspectos que necesariamente deberían desarrollarse para asegurar su eficiencia.

Finalmente se presenta un software para el desarrollo de programas de C.A.I. (Sistema de Autor) denominado "IDEA" de que es autor la Universidad Simón Bolívar de Venezuela en conjunto con la Fundación Epson.

## Uso del computador en la capacitación

El problema del uso del computador como medio de enseñanza, parece no escapar a la misma categoría de problemas que se han detectado en la incorporación de otros productos tecnológicos a los procesos educativos, tales como la Fotografía, el Cine y la Televisión.

Las numerosas investigaciones efectuadas sobre dichas aplicaciones han demostrado que con muy pocas excepciones las introducciones a los diseños educativos de tan poderosos medios se han efectua-

do en base a criterios formales, decisiones administrativas o con propósitos de mejorar la "imagen pública" y no precisamente por razones técnicas que involucren un conocimiento científico de los medios y de sus efectos en un determinado sistema instruccional.

En la mayoría de los casos se ha llegado a confundir con demasiada frecuencia la verdadera función de esas importantes tecnologías, esperándose con demasiado entusiasmo que la simple utilización de un medio didáctico, produciría substanciales aumentos en la eficiencia de los complejos procesos educativos.

En relación con la TV., por ejemplo, las investigaciones de Hooper (1969), Baggaley (1975), Tiffin (1978) y Seattler (1979), para nombrar los más conocidos, han demostrado que gran parte de sus potenciales efectos favorables para mejorar los sistemas educativos se han perdido debido a la falta de conocimiento suficientes respecto al propio medio y a los procesos complejos que significaba su inclusión en los diseños curriculares.

Subsidiariamente, el "entusiasmo" por las nuevas tecnologías ha llevado con frecuencia a esperar verdaderos milagros, situación que a la larga se ha transformado en sentimientos de frustración y en actitudes negativas respecto a los mismos medios o a toda otra innovación.

Los casi increíbles progresos obtenidos por la informática y la computación en unos pocos años y su espectacular difusión en todas las áreas de la actividad humana, hacen razonable suponer que las expectativas que existen actualmente y para el futuro respecto al uso del computador en la Educación sean superiores a los generados por otros medios, inclusive la misma televisión.

No obstante, lo primero que debe establecerse, al respecto, es que también sus posibilidades son limitadas y que la eficiencia de su uso dependerá fundamentalmente de la calidad Pedagógica de los Diseños Curriculares en que se inserte y secundariamente, de las capacidades del Hardware y Software disponibles.

Sin embargo, el conocimiento exacto de las características computacionales disponibles es también un requisito indispensable para organizar adecuadamente cualquier sistema que pretenda utilizar con ventajas las capacidades inherentes a los computadores modernos.

El exacto conocimiento de los objetivos educativos y de las capacidades del computador permitirán tomar decisiones adecuadas tanto en las eta-

pas de adquisición de Hardware y Software, como en las de selección de los programas que merecen implementarse.

Habitualmente, al preguntarse en qué consiste la Instrucción (Enseñanza) Asistida por Computador, la sorprendente respuesta es que, con la posible excepción de ciertos casos de programas "generativos" o de "simulación", no hay nada inherentemente nuevo en el C.A. En efecto el computador -magnífico como es- provee simplemente un nuevo vehículo para hacer ciertas cosas que los profesores comunes tienen que hacer siempre, aunque probablemente con más esfuerzo, menos comodidad y eficiencia. Desde el punto de vista de los instructores o profesores, entonces, la invención del computador puede ser considerada de la misma manera como se vio en otros tiempos la invención del pizarrón negro con tiza blanca y borrador, la prensa de impresión, el lápiz, las proyectoras de diapositivas y cine o el videograbador. Sin embargo, en su carácter de herramienta el computador -como los otros medios mencionados- puede efectuar ciertas actividades con alguna ventaja y subsidiariamente suministrar al Profesor o Instructor valioso tiempo para efectuar en mejor forma aquellas funciones en las que es verdaderamente indispensable.

Veamos, entonces qué es lo que un computador inserto en un sistema de instrucción puede hacer el Profesor o Instructor:

1. Puede presentar y evaluar, automáticamente, la gran cantidad de ejercicios y prácticas que deben efectuar los estudiantes especialmente en los cursos orientados hacia la adquisición de habilidades y destrezas. Libera, de esta manera valioso tiempo del Profesor o Instructor para efectuar otro tipo de actividades de enseñanza que no pueden cumplirse por ningún medio.
2. Debido a que un buen programa de instrucción asistida por computador puede administrar reactivos instruccionales, evaluarlos e incluso retroalimentar exactamente a cada estudiante y de acuerdo a sus particulares condiciones de aprendizaje, puede lograrse un grado alto de individualización del proceso y paralelamente mejorar las posibilidades de PERSONALIZACIÓN. Aspectos muy difícilmente obtenibles en las clases comunes.
3. Los programas educativos asistidos por computador pueden suministrar automáticamente y oportunamente informes individuales y generales sobre el

proceso, proveyendo diagnósticos o datos para evaluaciones que normalmente son muy poco probables en los diseños tradicionales.

4. En el mismo sentido, los informes generales permiten al Instructor mejorar los diseños instruccionales sobre la marcha, aumentando su eficiencia constantemente y previniendo la mayoría de las dificultades de aprendizaje.

5. Contrariamente a lo que suele ocurrir con los programas tradicionales, el uso de C.A.I. permite que los diseños instruccionales sean continuamente mejorados, gracias a los procesos de retroalimentación que son posibles de implementar. Por otra parte, como las modificaciones no requieren alteraciones de materiales escritos (libros, textos, apuntes o guías) ellas son relativamente gratuitas e "indoloras" para la administración.

6. El diseño de un programa de C.A.I. obliga al o los instructores a especificar exactamente objetivos, medios, actividades, evaluaciones, etc., todo lo cual significa, como regla general, un interesante proceso de revisión de las decisiones anteriores y un mejoramiento, por ese sólo hecho, de la eficiencia del proceso. Normalmente, un Profesor o Instructor que ha participado en el planeamiento de un C.A.I. nunca vuelve a enseñar como antes.

7. Debido a que los programas de C.A.I. se comportan siempre exactamente tal como son diseñados y por lo mismo presentan buenas posibilidades de controlar variables extrañas que puedan afectar el efecto del tratamiento, sirven en muy buena forma para establecer investigaciones experimentales de control riguroso.

Por otra parte C.A.I. ofrece a los estudiantes varias ventajas importantes, entre las más reconocidas se pueden nombrar:

1. Dependiendo del número de terminales o pantallas que pueda manejar el sistema de computación, un programa asistido por computador puede llegar a ser más accesible que el profesor, tanto en oportunidades como en tiempo total.

2. Debido a que una lección asistida por computador puede ser entregada prácticamente a cualquier hora, a lo menos en teoría, los estudiantes son bene-

ficiados con una distribución más flexible de su carga de estudio.

3. En mérito a que el computador, utilizado en un programa de C.A.I. es siempre "amistoso" y no "castiga los errores", el sistema puede, generalmente, promover un mejor ambiente para los estudiantes, especialmente para los tímidos, reticentes o para quienes encuentran que el ambiente del aula es intimidatorio para participar en respuestas.

4. Debido a que una lección de C.A.I. bien realizada simula en muy buena forma sesiones de tutoría privada, el alumno la podrá apreciar como personalizada.

5. Como el estudiante actúa, responde y avanza a su propio ritmo, los alumnos lentos no estarán siempre perturbados por sus compañeros mejor dotados, y estos últimos no se verán empantanados y en la monotonía mientras el profesor se esfuerza con los menos aventajados.

6. Debido a que la lección de C.A.I. será siempre estimulante y nunca aversiva, el estudiante tenderá a aumentar la cantidad de ejercicio y tiempo que destine al programa.

7. Gracias a que la retroalimentación es inmediata y siempre pertinente, existirá muy poca o ninguna posibilidad de que un estudiante aprenda errores o malos hábitos.

8. Debido a que el estudiante puede ejercer algún control sobre el desarrollo de la lección computarizada, él podrá -al menos en teoría- contribuir a la individualización de la instrucción en cooperación con el profesor. Esto unido al trato amistoso y personalizado aumentará la motivación del estudiante.

9. Durante una lección asistida por computador el estudiante estará obligado a cambiar su actitud de receptor pasivo por un rol activo, las probabilidades de aprender lo que "haga en el computador" serán mayores.

No obstante las numerosas ventajas anotadas anteriormente, es necesario identificar también, algunas desventajas e inconvenientes que suelen ser inherentes al uso del C. A. I. o que pueden asociarse-le.

1. La primera y más importante desventaja que debe considerarse es que el computador estándar -al menos en la presente generación- no está habilitado para controlar el aprendizaje de comportamientos relacionados con habilidades manuales en relación con objetos, instrumentos maquinarias y seres vivos. Normalmente, el computador solamente podrá controlar aquellas respuestas directas que el aprendiz ejecute sobre sus sistemas de entrada, que en la mayoría de los casos se limitan al teclado y a uno u otro sistema de interacción con la pantalla. Esto supone que en relación al tipo de comportamientos mencionados -sólo presentará y evaluará las "reglas" que las describen. Es decir, lo que habitualmente se llama conocimientos.

Básicamente, una buena manera de apreciar las limitaciones de un computador es responder a la pregunta: ¿qué es lo que el estudiante efectuará como respuesta a instrucciones del computador? En el rango de lo que el estudiante haga y sea controlado por el computador estarán los comportamientos que aprenderá.

Por lo mismo, algunos especialistas, utilizan la expresión "Instrucción Basada en el Computador" para designar un sistema complejo en que el computador toma el control central del sistema, se dedica a ejecutar ciertos actos instructivos y deriva al estudiante hacia otras estrategias y medios instruccionales para el logro de objetivos específicos que no podría obtener por su única acción.

2. Las exigencias de una lección asistida por computador o basada en computador son altas en cuanto a la exactitud de su planeamiento. Por lo tanto se requiere un tiempo y esfuerzo considerablemente mayor que lo habitual y generalmente, la refutación casi total de cualquier curso que haya sido dictado anteriormente en el aula, obligando al profesor o instructor a esfuerzos no comunes en su labor profesional. Tal situación explica, en algún modo, la frecuente resistencia a este tipo de innovaciones y la falta de Software en este campo. Normalmente, la implementación de un programa de C.A.I. o de C.B.E., requiere del concurso de un equipo interdisciplinario.

Los programas de C.A.I. pueden hacer uso separada o combinadamente de cuatro estrategias instruccionales:

**Juegos Didácticos:** Se establece una compe-

tencia en responder acertadamente a preguntas, ejercicios u otros reactivos presentados por el computador, ya sea con el propio computador, con otros participantes que han establecido ciertos registros máximos o bien en una especial competencia consigo mismo.

**Ejercicio y práctica:** El objetivo principal es desarrollar habilidades en un área determinada de comportamientos que ya han sido preliminarmente aprendidos y que necesitan reforzarse. Generalmente se trata de un gran número de ejercicios gráficos-verbales, organizados secuencialmente de acuerdo con su nivel de dificultad. Por lo común toman la forma de preguntas y respuestas retroalimentadas. Los problemas o ejercicios deben prepararse y organizarse con anterioridad o pueden incorporarse en un sistema "generador de ejercicios", el que tiene la capacidad de "fabricar" los problemas de acuerdo con las características de la demanda establecida por el estudiante.

**Simulación:** En esta estrategia, el alumno utiliza al computador como campo de experimentación controlado que actúa de acuerdo con sistemas de cálculo, leyes, postulados, valores de variables asignados por el mismo estudiante. Habitualmente el programa del computador permite simular situaciones problemáticas reales sobre las cuales el estudiante debe presentar o postular ciertas decisiones. Una vez ejecutadas, el computador presenta los resultados que habrían ocurrido si la situación hubiere sido real.

**Tutorías:** O programas tutoriales. En esta estrategia el computador actúa como SOPORTE de un curso de "enseñanza programada", de manera similar como lo haría un libro y con evidentes ventajas. La información se presenta finamente graduada en pequeños pesos y se acompaña de constantes peticiones de respuestas, cada una de las cuales es evaluada y retroalimentada inmediatamente. Un curso tutorial complejo puede, generalmente, incluir las tres estrategias anteriormente mencionadas: simulaciones, ejercicios y juegos.

Es posible, además, organizar sistemas multimediales en los que el computador controla dispositivos reproductores o grabadores de audio y video. En este caso las capacidades del sistema se amplían considerablemente, siendo de relevancia la posibilidad de presentar modelos de actuación en reproducciones de video y audio.

### 3. Software para C.A.I. (Courseware)

En el área de la Educación Basada en el Computador se usa el término COURSEWARE para designar a un programa de computación desarrollado específicamente para enseñar contenidos educacionales o entrenar a personas en habilidades específicas.

Se puede programar un COURSEWARE utilizando tres sistemas diferentes:

#### 3.1. Lenguajes de alto nivel.

(Higher level language).

Un curso de C.A.I. podría programarse utilizando alguno de los lenguajes computacionales de alto nivel disponibles como el Basic, Fortran, Pascal, Algol, u otros. Esta opción tiene la ventaja de permitir una gran flexibilidad y máximas posibilidades de adaptación a los requerimientos específicos. Sin embargo, presenta la dificultad de ser un procedimiento extremadamente complicado, largo y costoso. Requiere -a lo menos- de la actuación de expertos en el respectivo lenguaje computacional y de computadores con capacidades de memoria y operación superiores. Esta opción es -en la práctica- muy pocas veces utilizada.

#### 3.2. Lenguaje de autor

(Authoring language)

Con el propósito de disminuir al máximo los inconvenientes anotados anteriormente y mantener en lo posible cierto grado de flexibilidad para programar se han desarrollado varios sistemas de programación especialmente destinados a C.A.I. que se denominan "Lenguajes de Autor", es decir, lenguajes especiales para diseñar cursos asistidos por computador. Generalmente se trata de un número reducido de comandos en el que cada uno de ellos representa una especie de subrutina en otro lenguaje de alto nivel. De esa manera la evaluación de respuestas del estudiante y su retroalimentación, por ejemplo; que representaría hojas y hojas de programación, se reduce a algunas líneas con unos pocos comandos.

Los Lenguajes de Autor más conocidos en Chile son los siguientes:

**Gnosis:** Desarrollado inicialmente por JACOB PALME, miembro del Instituto de Investigación de la Defensa Nacional de Suecia (Estocolmo), fue complementado posteriormente por el Profesor Walter Maner del Departamento de Filosofía de la Universidad "Old Dominion" de Norfolk, VA, EE.UU.

Gnosis, constituye un "Lenguaje de Autor", cuyo

uso es relativamente fácil para cualquier profesor o instructor con algunos conocimientos básicos de "enseñanza programada" y con un mínimo de habilidades en la programación computacional. Está especialmente diseñado para la implementación de programas tutoriales computarizados.

En términos resumidos y globales, el procedimiento requiere que el instructor desarrolle un "libreto" conteniendo una especie de "diálogo de preguntas y respuestas profesor-alumno" que luego debe traducirse al Gnosis mediante la utilización de "comandos" que proporciona el Lenguaje en número cercano a los 36 (treinta y seis). No obstante, es posible que la mayoría de los programas se hagan utilizando no más de 10 (diez) comandos. Más exactamente, es posible que una lección común o sencilla de C.A.I. pueda desarrollarse utilizando diez comandos básicos solamente.

Gnosis permite, además, el uso de algunas "macro-rutinas" y de un computador ALGOL y con las "macro" es posible construir programas de mayor sofisticación. Mediante el uso del comando "Algol" es posible introducir en un programa de Gnosis gran cantidad de información en una especie de subarchivo en ese Lenguaje.

Sin embargo, Gnosis no tiene capacidades gráficas ni de audio, lo que limita el sistema a los aspectos exclusivamente verbales escritos.

Gnosis puede ser implementado en computadores de la serie Digital y otros compatibles. Por supuesto, es posible obtener versiones revisadas y útiles para otro Hardware específico.

**PILOT.** Las siglas corresponden a la expresión inglesa "Programed Inquiry, Learning Or Teaching." (Preguntas programadas para aprender o enseñar). Es un Lenguaje de Autor desarrollado por primera vez por el Dr. John Starweather, del Centro Médico de la Universidad de California, San Francisco. Posteriormente entre 1967 y 1974, el Dr. Dean Brown, del Laboratorio Educacional del Instituto de Investigaciones de Stanford demostró que PILOT podría funcionar, además, de buena forma como Lenguaje de programación para niños.

Existen varias versiones del PILOT. En Chile las más conocidas son las siguientes:

**PILOT ATARI.** Desarrollado a partir de 1980, incorpora importantes aspectos correspondientes a GRAFICOS y GEOMETRIA propios del Lenguaje denominado LOGOS, nacido de las investigaciones del

Dr. Seymour Papert en el proyecto LOGO del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MASSACHUSETTS.

El conjunto de comandos necesarios para la programación puede ser aprendido con facilidad por cualquier persona que tenga algunas habilidades básicas de computación y puede dar nacimiento a buenos programas de C.A.I. cuando el programador tenga conocimientos adecuados de Tecnología Educativa o haga equipo de trabajo con un experto en esa área.

Los comandos utilizados son extraordinariamente simples, en la mayoría de los casos consisten en la letra inicial de la palabra inglesa que describe la actividad del computador, por ejemplo "T": equivale a ordenar que el computador ESCRIBA (Type) en la pantalla. En otros casos el comando se construye con dos letras iniciales y algunos signos de puntuación o caracteres especiales.

Utiliza, además, varios subcomandos iguales o semejantes a elementos del Lenguaje Basic. Sus capacidades permiten la realización de gráficos y efectos musicales complejos.

El Lenguaje PILOT está organizado en siete tipos de comandos y subcomandos.

- 1) **Núcleo Básico de comandos (Core PILOT)**, contiene 8 comandos de una sola letra seguida de dos puntos (ejemplo, T: Typ; M: Match; J: Jump, etc.). Proporciona, además un generador de números al azar (Random Numbers).
- 2) **Comandos Ejecutivos (Executive Commands)**, presenta unos diez comandos formados por palabras que en su mayoría se encuentran en alguna de las versiones del Lenguaje Basic (por ejemplo, RUN, AUTO, LIST, NEW, LOAD, etc.)
- 3) **Comandos Gráficos. (Graphics)**. Presenta un comando de dos letras (GR:) y catorce subcomandos formados por una o dos palabras inglesas.
- 4) **Comandos de Sonidos y Pausas. (Sound and Pause)**. Usa dos comandos de dos letras (SO: sonidos y PA: pausa) seguidos de números (1 al 31 para sonidos) que indican la nota o el tiempo de pausa.
- 5) **Comandos Condicionales. (Conditionals)** Consiste en dos subcomandos (Y-N) que se agregan después de cualquier comando PILOT y antes de los dos puntos (ejemplo: TY: CORRECTO, o TN:

EQUIVOCADO), si la respuesta es verdadera escriba "correcto"; si la respuesta es errada, escriba "equivocado".

- 6) **Teclas de funciones especiales. (Special Function Keys)**. Consisten en varias funciones de uso general incorporadas a teclas especiales o combinación de teclas de los micro computadores Atari.
- 7) **Edición de la Pantalla. (Screen Editing)**. Combinación de teclas para mover el cursor, insertar, etc., textos y gráficos en la pantalla.

Desde el punto de vista práctico el sistema presenta algunas limitaciones, ya que no es posible efectuar "interacción gráfica" con el alumno. Es decir, el alumno queda supeditado a respuestas alfa-numéricas que son las únicas posibles de evaluar en programas PILOT. Por otra parte, un programa complejo y de buen nivel significará considerable esfuerzo y tiempo. Deben tenerse en cuenta además, las limitaciones propias del Hardware que se utilizará.

**SUPER PILOT APPLE.** La versión del PILOT presentada por la Apple se basa en el COMMON PILOT, desarrollado por la Wester Washington University y en el APPLE PILOT, que es una primera versión Apple del Common Pilot.

El Lenguaje de Programación Super-Pilot de la Apple, consiste en 26 (veintiséis) instrucciones, de las cuales normalmente deben utilizarse unas nueve para escribir la mayor parte de las lecciones. Cada instrucción consiste en dos partes principales: la instrucción en sí misma y su complemento. Cada una de las veintiséis instrucciones, son simples en sí, pero pueden operar con una gran variedad de complementos. En términos generales se puede decir que la mayoría de las instrucciones sigue la forma del Lenguaje Pilot original (como es el caso de Pilot Atari), sin embargo, se han introducido varias modificaciones importantes que aumentan su poder:

- a) **Extensiones de Lenguaje.** El comando TS: (Escriba instrucciones específicas), permite gran variedad de modificaciones de la pantalla con la ayuda de doce complementos. Es posible modificar el color de la pantalla, incluir nuevos colores, formas, estilos y tamaños de letras, producir animaciones y controlar la impresión.

- b) Archivos de la actuación de los estudiantes. Se incorpora la posibilidad de llevar automáticamente archivos de datos generados por la actuación de los estudiantes y en relación con sus éxitos, errores y otros parámetros de la actuación de aprendizaje. Dichos archivos pueden ser solicitados en cualquier momento por el profesor o instructor. La importancia de este servicio es obvia.
- c) Control de aparatos externos (External Device Control). Gracias a una nueva instrucción (V:) pueden establecerse comunicaciones con aparatos externos y de uso complementario como video-cassettes, video-discos y otros, de esta manera se puede aumentar grandemente la potencia de un programa de C.A.I.
- d) Modo de ejecución inmediato. Presenta la posibilidad durante el desarrollo del programa de una lección la manera de experimentar cambios o ciertas rutinas, de cambiarse del "modo diferido" en que se está trabajando, al de acción inmediata para "ver" como quedaría determinada secuencia de instrucciones. Al repetirse el comando, se vuelve al modo diferido.
- e) Efectos gráficos especiales. Se agregan comandos para aumentar la velocidad y simplicidad de los gráficos. Uno de los más importantes se refiere a los movimientos relativos.

De valor práctico es la conclusión de un "borrador" para los gráficos, aspecto que flexibiliza su edición.

- f) Extensiones adicionales. Se incluyen once extensiones del lenguaje que permite un notable aumento de la versatilidad y potencia de PILOT, y
- g) Programas utilitarios. Se han efectuado varios cambios importantes en las posibilidades de inicialización y copia de diskettes, incluidos los destinados al sistema SYSLOG para archivos de la actuación de los estudiantes.

Super-Pilot Apple, en resumen, presenta mayores posibilidades para un autor de C.A.I., especialmente importantes son sus cinco editores: "Common Editor Featres", "The lesson Text Editor", "The Grap-

hics Editor", "The Character Set Editor" y "The Sound Effects Editor". Sin embargo, tal como las versiones anteriormente descritas requiere de ciertos conocimientos y habilidades básicas para programar y, obviamente, de conocimientos sólidos en Diseños Instruccionales y Tecnología Educativa.

**3.3. SISTEMAS DE AUTOR:** Una tercera posibilidad de Software para C.A.I. está constituido por el denominado S:STEMA DE AUTOR (Authoring System). Son verdaderos paquetes utilitarios para la producción de programas de Instrucción Asistida por Computador del tipo TUTORIAL. Tal como los paquetes utilitarios del tipo DBASE III, WORDSTAR, LOTUS, etc. Los Sistemas de Autor funcionan a partir de gran número de MENU e instrucciones permanentes insertadas en los bordes de las pantallas para dirigir la ejecución de los comandos y el uso de teclas u otros dispositivos periféricos; de esta manera, los conocimientos para programar computadores que necesitará un autor de C.A.I o C.B.E. se reducirá drásticamente a una pocas habilidades en el manejo del sistema operativo del Hardware utilizado.

La producción de "SISTEMAS DE AUTOR" ha sido escasa hasta el momento. Los que existen se pueden clasificar en dos tipos: a) Los que están destinados a Sistemas de Computación profesional con terminales múltiples, y b) Los que se pueden implementar en Computadores Personales (PC).

Entre los primeros conocemos el C.A.S. (Courseware Authoring System), Sistema de Autor para Cursos de Enseñanza desarrollado por la DIGITAL (Digital Equipment Corporation), a partir del año 1983. El programa puede correr bajo el sistema operativo VAX/VMS de la Digital, tanto los manuales como las instrucciones de pantalla están en idioma inglés.

Se trata de un Software realmente poderoso, pero que necesita de ciertos conocimientos de programación ya que la mayor parte del curso deberá ser programado mediante un Lenguaje de Autor denominado D.A.L. (Digital Authoring Language). Los procedimientos de operación posterior se realizan mediante la utilización de variados MENU que orientan exactamente el trabajo del instructor y los estudiantes. Provee de excelentes herramientas gráficas y de color, también posibilita útiles archivos de la actuación de los estudiantes, informes respecto a la eficiencia de cada ítem del curso y de los estudiantes en general o particular.

Es posible, además, que los propios estudiantes

soliciten al computador ciertos informes que orienten su actuación y lo evalúen, independientemente del instructor.

Dadas las altas capacidades del Hardware necesario es posible que un gran número de estudiantes pueda ser atendido en extensos cursos por un número muy reducido de instructores. La implementación de cursos de ejercitación o práctica es relativamente fácil y de innegable provecho. Naturalmente sin desconocer las grandes posibilidades para otro tipo de actividades, que dispone el Sistema de Autor descrito.

En relación con los SISTEMAS DE AUTOR desarrollados para Computadores Personales, se describirá en el punto siguiente el SISTEMA "IDEA", elaborado por EPSON y la Universidad Simón Bolívar de Venezuela.

#### 4. Un sistema de Autor: "I.D.E.A.":

La Universidad Simón Bolívar de Venezuela en convenio con EPSON LATINOAMERICANA S.A. han desarrollado recientemente un SISTEMA DE AUTOR en español destinado a facilitar la producción de "módulos de instrucción tutoriales asistidos por computador personal", la primera versión ha sido puesta en el mercado recién en septiembre de 1987.

El Sistema está organizado completamente en función de diferentes MENU, que facilitan enormemente el proceso de producción. Permite efectuar dos tipos de módulos, LECCIONES O EXAMENES. En el caso de las lecciones, las "pantallas" (unidades de instrucción) pueden organizarse siguiendo tres líneas secuenciales: de respuesta correcta, de respuesta incorrecta y de retroalimentación. Los exámenes son solamente secuenciales.

El Sistema de Lecciones establece dos posibilidades fundamentales: a) Producir un diseño instruccional o ejecutar un módulo para aprendizaje. Tiene, además, opciones para copiar, imprimir y editar módulos y pantallas.

En el modo de APRENDIZAJE, es posible obtener informes de la actuación de los estudiantes y análisis estadísticos de los parámetros relevantes de la actuación estudiantil.

Para el diseño de la instrucción, cada pantalla debe desarrollarse en cuatro partes:

- a) **Número de la pantalla.** Permite establecer las secuencias necesarias. La primera pantalla es siempre 0.
- b) **Información e instrucciones para el alumno.** Se puede presentar en forma alfanumérica y/o gráfica inclusive en colores si el Hardware tiene la capacidad.
- c) **Interacción de respuesta del alumno.** Es posible recibir respuestas alfanuméricas y gráficas de los alumnos y evaluadas hasta en cinco alternativas. Cada respuesta conducirá a una nueva pantalla de continuación o retroalimentación para corregir errores.
- d) **Evaluación de respuestas.** Para comparar la respuesta de los alumnos se entran los datos correspondientes.

El Sistema es bastante flexible y poderoso, incluye un Editor de Texto, Simulación, Editor Gráfico con figuras rectas y curvas, herramientas (entre las cuales merece destacarse el diseño de ejes Y o X, lápiz, borrador, lupa, gráficos, relleno de figuras, etc.) bloques, que posibilitan la repetición de una figura en varios puntos de la misma pantalla y atributos que permiten la selección de modos y patrones de relleno, incluido el color.

En términos resumidos se puede decir que el Sistema de Autor Idea, puede ser utilizado, después de un entrenamiento corto, por cualquier profesor o instructor, sin necesidad de mayores conocimientos en el área de computación.

No obstante, la eficiencia de un programa generado por dicho Software, dependerá de la capacitación del productor en Tecnología Educativa y en el área del conocimiento que aborde el curso.

Dado el poco tiempo de uso extensivo del Sistema de Autor "Idea", existen algunos pequeños problemas que deben modificarse para llegar al máximo de su eficiencia.

El uso práctico al que lo hemos sometido nos da antecedentes para evaluarlo positivamente y estimar que reunidas ciertas condiciones de organización podrá ser aplicado en algunas actividades de Capacitación.

*Gentileza Servicios Informativos R.F.A.*



# LAS DIEZ CARRERAS de INGENIERIA CON MAS DEMANDA EN U.S.A. PARA LA DECADA 1990. (\*)

Dr. MARIO MEZA M.

(De la Revista: "GRADUATING ENGINEER", Marzo 1988

Publicada por McGraw-Hill Publication)

- Esta información fue obtenida de encuestas efectuadas a expertos industriales y universidades.
- Los expertos encuestados fueron: Decanos de Escuelas de Ingenierías, Directores de Departamentos de Ingeniería, Gerentes y Presidentes de Empresas que usan en su industria tecnología de avanzada y un número significativo de ingenieros de varias especialidades.
- El resultado es el siguiente:

**1ra. MATERIALES:** Todos los expertos colocan materiales en los primeros lugares. La creciente necesidad por nuevos materiales abarca aquellos de alto rendimiento y de bajo costo en aplicaciones especiales para grandes cantidades de sustancias usadas en producción.

La principal atención en este campo se enfoca al desarrollo de cerámica, aleaciones metálicas, polímeros sustancias biológicas y otros materiales cristali-

nos y amorfos:

Más allá de la creación de nuevos materiales, habrá gran cantidad de nuevos empleos con objeto de producirlos en forma barata y masiva e introducirlos en la: manufacturación, procesos, sistema de potencia, construcción y otras áreas de aplicación.

**2do. BIOTECNOLOGIA:** En los últimos diez años, tanto la Biología como la Ingeniería Biológica ha sufrido un avance espectacular. Hoy día se estima que hay más información nueva en biología de la que existe en cualquier otra disciplina científica. Este conocimiento más amplio y profundo ha dado el sustento para la revolución que se inicia con la Ingeniería Biológica la cual promete cambiar el mundo. Esta área promete eliminar definitivamente las hambrunas que ocurren en los países subdesarrollados y producir en forma muy económica, drogas de gran efectividad para controlar enfermedades que hoy asolan a la humanidad.

Ultimamente estas innovaciones están saliendo de los laboratorios para trasladarse al nivel de producción en Empresas. Estudios efectuados en Was-

(\*) Presentado a los alumnos de cuartos medios de la Escuela Técnico Profesional de la U.D.A.

hington D.C. muestran que el aumento en la producción comercial producirá durante este año y el próximo un aumento en el empleo de 44%. Lo que significan del orden de 58.000 nuevas personas empleadas en U.S.A. en el área comercial de biotecnología. Estos empleos están localizados en: Inmuno-Ingeniería, Ingeniería en Proteínas, Ingeniería de Procesos e Ingeniería Química. Este rápido crecimiento se espera que llegará al próximo milenio.

**3ra. AUTOMATIZACION Y ROBOTICA:** La política norteamericana de desarrollar e implementar tecnologías permitirán tomar ventajas de la fuerza que significan los computadores. Los computadores han expandido la habilidad para pensar y manejar información. El desafío es ahora trasladar ese poder dentro de las operaciones de manufactura en las empresas.

El principal foco de atención por el momento está en la Manufactura Integrada con Computador (CIM), Ingeniería Asistida por Computador (CAE) y la Construcción Integrada por Robot (CIC). El costo de Automatización será cada vez menor, de manera que la demanda por Ingenieros para Diseño, Construcción y operación de estas máquinas será creciente en el futuro. Los Ingenieros se necesitan para diseñar sistemas de manufacturas flexibles, procesos flexibles y otros sistemas de producción. Las Compañías están exigiendo acortar los tiempos ociosos, de manera que los Ingenieros deberán trabajar buscando soluciones en nuevos programas y configuraciones que elimine o acorte la pérdida de tiempo.

**4ta. INGENIERIA COMPUTACIONAL:** A pesar del increíble avance en computadoras durante la pasada década, se espera que la tecnología en computadores siga aumentando en la próxima década. Los Ingenieros deben desarrollar sus propias máquinas y trabajar en computación y procesamiento.

Los Supercomputadores, están ahora preocupados de trabajar en Procesos en Paralelo, por ejemplo. La inteligencia artificial y los sistemas expertos no solo harán aplicaciones a procesos industriales complejos sino que podrán actuar directamente en el diseño de nuevos computadores. En la fabricación de semiconductores se experimentará un cambio, ya que el uso del silicio como base de estos será reemplazado por nuevos materiales para diseñar nuevos microprocesadores. Esto generará la necesidad de crear nuevas máquinas para producir estos nuevos materiales en grandes cantidades.

**5ta. METALURGIA Y MINERA:** La crisis energética de los años 1970 devastó la minería y la metalurgia en U.S.A. y en casi todas las partes del mundo. El mercado de muchos metales se redujo en casi un 90% produciendo una drástica caída en los precios de los mismos. Debido a que los países en desarrollo con riquezas minerales aumentaron su producción para mantener el empleo, la situación de mercados super-saturados y bajos precios se agravó más.

Hoy, la metalurgia y la minería están en franca recuperación como lo demuestra la espectacular subida del precio del cobre al igual que el plomo y el zinc y los mercados todavía están lejos de saturarse.

Existe un nuevo énfasis en la productividad en lo que se refiere a la extracción y procesamiento en orden a mantener los costos unitarios lo más bajo posible.

De acuerdo a los expertos, se espera una demanda creciente por contratar ingenieros de minas y metalurgia con conocimientos en las últimas tecnologías y métodos.

**6ta. INGENIERIA MARINA:** Este campo algo dormido todavía, será de gran desarrollo en la década del 1990.

En la próxima década, será indispensable explorar los fondos marinos para obtener nuevas fuentes de producción. Esto incluye: alimentos, materiales y energía. El petróleo es un ejemplo de minerales de primera importancia que será necesario explotar en las profundidades marinas.

**7ma. INGENIERIA AERO-ESPACIAL:** Los avances en explorar más el espacio, incluyendo algunos desarrollos comerciales generará muchos nuevos empleos para ingenieros en la década que viene. Se necesitarán profesionales para construir estaciones espaciales, vehículos espaciales, unidades de propulsión y campamentos. Vehículos y sistemas viajarán regularmente fuera de nuestra atmósfera. Además se espera que la aviación comercial aumente notoriamente las dimensiones de sus vehículos para absorber el alto costo de los combustibles y el aumento del Comercio, creando también motores aéreos más eficientes.

Finalmente, las necesidades de defensa nacional con el proyecto de "Defensa Espacial" producirá nuevos y más sofisticados aviones, así como equipos de comunicación y electrónicos de uso militar. Irónicamente los futuros tratados de reducción de armas, aumentarán la necesidad de sofisticados equipos de

reconocimiento, vigilancia y control.

**8va. INGENIERIA DEL MEDIO AMBIENTE:** Este campo de la ingeniería solo tiene 20 años. Por ello el número de profesionales en este campo está muy por debajo de las necesidades. Más todavía, el gobierno americano aumentará las regulaciones en control del medio ambiente, salud y seguridad social. Nuevas regulaciones serán creadas para el control de la contaminación del aire, aguas subterráneas, depósitos de basura, desperdicios tóxicos, lugares de trabajo propensos a accidentes y la exposición de personas a condiciones peligrosas.

Con estas nuevas regulaciones, la demanda por ingenieros en esta área aumentará mucho más rápida que los especialistas que se formarán. Como resultado de esto, aquellos profesionales que posean las especializaciones adecuadas, disfrutarán de un mercado que pagará remuneraciones altas.

**9na. INGENIERIA EN ENERGIA:** Este campo abarca las áreas tradicionales de ingeniería eléctrica, mecánica, química, combustión y nuclear.

La gran demanda de energía eléctrica en U.S.A. en la próxima década no puede ser satisfecha con la actual capacidad. Por ello, se invertirá en aumentar esta capacidad. Se espera el renacimiento de instalaciones nucleares, ya que las plantas convencionales de combustibles fósiles solo agravarán los ya existentes problemas de contaminación más allá de lo aceptable.

Además, deberán desarrollarse mejores sistemas en la distribución de la energía, así como también aumentar la eficiencia de motores eléctricos, baterías, pilas, combustibles, celdas solares y otros aparatos por inventarse todavía. Por supuesto que la superconductividad representa un campo potencial extraordinario para la transmisión eficiente de la potencia eléctrica.

**10ma. SISTEMAS COMPUTACIONALES DE MODELOS NEURALES:** Esta es el área más nueva y la más novedosa en ingeniería. Se basa en el nuevo conocimiento que se tiene de como el cerebro

del hombre y los animales guardan y organizan la información. Los ingenieros que estudian la aplicación de este conocimiento en la construcción y programación de computadores crearán una nueva revolución en computadoras. Aquí aparece el concepto de "máquina visual", la cual abrirá todo un mundo nuevo de posibilidades para computadores y manera de procesar datos más allá de lo que hoy se conoce.

## CONCLUSIONES:

- No hay que juzgar lo que viene en ingeniería por el ciclo adverso de los últimos 10 años.
- El campo de la ingeniería ha producido una gran cantidad de empleos desde la Segunda Guerra Mundial y lo seguirá haciendo en el futuro.
- El número de postulaciones a carreras de ingeniería se ha mantenido constante en los últimos años, pero la necesidad de más ingenieros en muchos campos ha crecido.
- Aún si el interés de los estudiantes por seguir ingeniería creciera, las Universidades e Institutos no tendrían la capacidad para educar a todos los que se necesitarán.
- La demanda proyectada para ingenieros en las 10 carreras de la década del 1990 en todos los campos excede con creces la proyectada entrega de profesionales en esos campos.
- Los salarios de entrada para ingenieros ya son ahora más altos que otras áreas del aprendizaje.
- Con el crecimiento de las necesidades de ingenieros y la poca cantidad de éstas para satisfacer la demanda, se prevén aumento de salarios.
- El área de ingeniería será lejos la primera profesión de la década del 1990.

# LA MATEMÁTICA y LA LITERATURA:

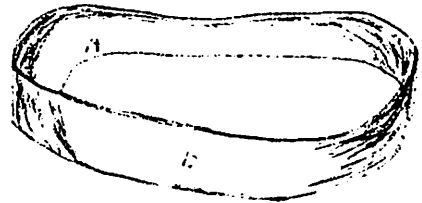
## UN CUENTO DESCONOCIDO DE GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ.

Dr. ELISEO MARTINEZ H.  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BASICAS

No existe divorcio entre la matemática y la literatura. De forma más general: No existe —o no debería existir— divorcio entre una profesión no-literaria con la literatura. Son clásicos los aportes de científicos al campo de la literatura (no científica, se entiende). Ernesto Sabato con su "vocación tardía", doctor en Física, investigador del Instituto Curie; abandona éste para escribir el Túnel y otras cosas. El matemático de Oxford, Lewis Carrol, apenas conocido por su paradoja de Aquiles y la Tortuga, es universalmente conocido por su Alicia en el País de las Maravillas. Otro ejemplo es Bertrand Russell. La muestra nacional corre a cargo de Nicanor Parra que, entre las clases de Física en el Pedagógico, machacaba sus "artefactos". En fin, sumar y seguir. Lo interesante es el aporte inverso. De la literatura a las matemáticas. Campo inmensamente virgen que abre nuevas posibilidades para la actividad intelectual. Algo se puede encontrar en algunos cuentos, por ejemplo, de Edgar Allar Poe: El análisis deductivo del detective Dupin contiene principios de la Teoría de Markov y la Simulación. En esta dirección tocaremos el aporte de García Márquez a la Topología. Un aporte lúdico.

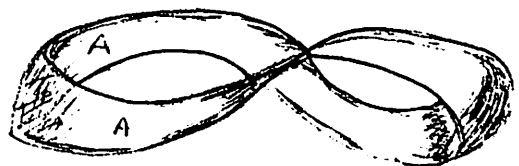
La Topología es una herramienta necesaria para las matemáticas, muy difícil de definir y donde ocurren cosas espectaculares. Simples pero espectaculares. La Cinta de Moëbius y la botella de Klein son dos conceptos topológicos por antonomasia. Intentaremos graficar lo primero. Tome usted una cinta de papel de longitud accesible de maniobrar, si usted une ambos extremos de "manera natural" se formará un cintillo como el de la figura 1. En el cual podrá pintar con dos colores distintos los sendos lados (A y B).

Fig. 1.



Sin embargo si usted efectua una torsión de 180 grados en uno de los extremos y enseguida lo une al otro, se formará la famosísima cinta de Moëbius según lo indica la figura 2 (la botella de Klein, más espectacular, sigue un principio similar).

Fig. 2.



Intente usted pintar "un lado" de esta cinta; pintando. No hay, pintando encontrará que existe uno y sólo un lado (A). O, de otro modo, se está en ambos lados a la vez: "No hay esperanza de encontrar otro lado". El principio y el fin se cofunden. Para este concepto topológico presentaremos su paradigma literario. Este cuento, hasta donde mi modesta documentación me lo permite, es comercialmente inédito; esto es, no aparece en las antopologías clásicas del universal colombiano. Lo dió a conocer en forma oral, en 1967, en un congreso de escritores en Caracas.

Juzgen ustedes si es o no un cuento topológico.

## ALGO MUY GRAVE VA A SUCEDER EN ESTE PUEBLO

Imagínese un pueblo muy pequeño donde hay una señora vieja que tiene dos hijos, uno de 17 y una hija de 14. Está sirviéndoles el desayuno a sus hijos y se le advierte una expresión muy preocupada. Los hijos le preguntan qué le pasa y ella responde: "No sé. Pero he amanecido con el presentimiento de que algo muy grave va a sucederle a este pueblo". Ellos se ríen de la madre. Dicen que esos son presentimientos de vieja, cosas que pasan. El hijo se va a jugar al billar y, en el momento que va a tirar una carambola, sencillísima, el adversario le dice: "Te apuesto un peso a que no la haces". Todos se ríen; él se ríe. Tira la carambola y no la hace. Paga su peso y le preguntan: "Pero qué pasó, si era una carambola sencilla". Contesta: "Es cierto, pero me ha quedado la preocupación de una cosa que me dijo mi mamá esta mañana sobre algo grave que va a suceder a este pueblo." Todos se ríen de él y el que se ha ganado el peso regresa a su casa, donde está su mamá o una nieta o, en fin, cualquier pariente. Feliz con su peso, dice: "Le gané este peso a Dámaso de la forma más sencilla porque es un tonto". "¿Y por qué es un tonto?" Dice: "Hombre, porque no pudo hacer una carambola sencillísima estorbado por la idea de que su mamá amaneció hoy con la idea de que algo muy grave iba a suceder en este pueblo". Entonces le dice su madre: "No te burles de los presentimientos de los viejos, porque a veces salen".

La pariente lo oye y va a comprar carne. Ella dice al carnicero: "Véndame una libra de carne"; y, en el momento en que se la están cortando, agrega: "Mejor véndame dos, porque andan diciendo que algo grave va a pasar y lo mejor es estar preparado".

El carnicero despacha su carne y, cuando llega otra señora a comprar una libra de carne, le dice: "Lleve dos porque hasta aquí llega la gente diciendo que algo muy grave va a pasar, y se están preparando y andan comprando cosas". Entonces, la vieja responde: "Tengo varios hijos, mire, mejor deme cuatro libras". Se lleva cuatro libras; y para no hacer largo el cuento, diré que el carnicero en media hora agota la carne, mata otra vaca, se vende otra y se va esparciendo el rumor. Llega el momento en que todo el mundo, en el pueblo, está esperando que pase algo. Se paralizan las actividades y, de pronto, a las 2 de la

tarde, hace calor como siempre. Alguien dice "¿Se ha dado cuenta el calor que está haciendo?"

"Pero si en este pueblo siempre ha hecho calor".

(Tanto calor que es un pueblo donde los músicos tenían instrumentos remendados con brea y tocaban siempre a la sombra porque, si tocaban al sol, se les caían a pedazos).

"Sin embargo, dice uno, nunca a esta hora ha hecho tanto calor".

"Pero a las 2 de la tarde es cuando hay más calor".

"Sí, pero no tanto calor como ahora".

Al pueblo desierto, a la plaza desierta, baja de pronto un pajarito y se corre la voz: "Hay un pajarito en la plaza". Y viene todo el mundo, espantado, a ver el pajarito.

"Pero, señores, siempre ha habido pajaritos que bajan".

"Sí, pero nunca a esta hora".

Llega un momento de tal tensión para los habitantes del pueblo, que todos están desesperados por irse y no tienen el valor de hacerlo.

"Yo sí soy muy macho -grita uno-. Yo me voy".

Recoge sus muebles, a sus hijos, a sus animales, los mete en una carreta y atraviesa la calle central donde está el pobre pueblo viéndolo. Hasta el momento en que dicen: "Si éste se atreve a irse, pues nosotros también nos vamos", y empiezan a dismantelar literalmente el pueblo. Se llevan las cosas, los animales, todo.

Y uno de los últimos que abandona el pueblo, dice:

"Que no venga la desgracia a caer sobre lo que queda de nuestra casa", y entonces la incendia y otros incendian también sus casas.

Huyen en un tremendo y verdadero pánico, como en un éxodo de guerra, y en medio de ellos va la señora que tuvo el presagio, clamando: "Yo dije que algo muy grave iba a pasar, y me dijeron que estaba loca".

# PANORAMA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA TERCERA REGION

PROF.: MARIO IBARRA M.  
AREA DE FÍSICA, DEPTO. DE CIENCIAS BÁSICAS, U.D.A.

En el transcurso del presente año se ha incorporado, nuevamente, a los planes de enseñanza media la asignatura de Física con carácter de obligatorio.

Preocupados de la buena aplicación de los nuevos programas, el conjunto de los profesores de Física de nuestra Universidad tomó a iniciativa de hacer un estudio de la realidad bajo la cual se está realizando este proceso y ha buscado la forma de colaborar con el fin de elevar el rendimiento general de los estudiantes de la Región en la cual está inserta esta Universidad.

### *¿Estaban realmente preparados los Profesores de Enseñanza Media para la aplicación de los nuevos Programas?*

El tema fue ampliamente discutido en el Segundo encuentro sobre Educación en Física experimental, realizado en la Universidad de La Serena en el mes de Noviembre de 1989. En este evento se dió a conocer los contenidos de los nuevos programas, ante los cuales existió consenso en la reunión plenaria de que no había la suficiente claridad en los contenidos mismos. (No se apreciaba bien su espíritu o esencia).

Ante esta falencia se recomendó que las Universidades Regionales hicieran cabeza y tomaran iniciativas en el sentido de normalizar la aplicación de estos nuevos programas dando todo el apoyo y respaldo a los Profesores de Enseñanza Media. En virtud de esto, se organizó en nuestra Universidad un Taller de Física al cual se invitó a participar a todos quienes ejercen docencia en Física en los Liceos de la III Región. Por diversos motivos fue necesario atenerse, en el Primer Semestre de este año, solo al entorno de Copiapó.

En su desarrollo se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Actualizar conocimientos en relación a los contenidos programáticos.
- b) Ampliar el acervo experimental con actividades prácticas destinadas a la realización de experimentos de fácil implementación (material casero).
- c) Estimular el interés por la física experimental mediante experiencias demostrativas de tipo superior (material sofisticado).
- d) Intercambiar vivencias derivadas de la aplicación de los nuevos programas.
- e) Uniformar criterios para un mejor logro pedagógico.

Las actividades se realizaron en las dependencias del laboratorio de Física con dos horas semanales de dedicación, contando con el respaldo permanente de la Dirección Provincial de Educación de Copiapó.

El éxito de este taller local motivó la realización entre los días 8 y 9 de junio, del "Primer Taller Regional de Física en Enseñanza Media", en la Universidad de Atacama, con asistencia de representantes de prácticamente todos los Liceos de la III Región.

En esa oportunidad participaron, por invitación especial la Profesora de la Universidad de Santiago de Chile, la Sra. Iliana Herrera H. (M.S. c) y el Profesor de la Universidad Metropolitana Sr. Antonio Saldaño M. (Ph.D.)

Quienes expusieron temas relacionados con la enseñanza experimental y aplicación de algunos módulos de instrucción, relacionados con los nuevos programas. Se aprovechó la ocasión para realizar una mesa redonda en la cual se enfocó específicamente:

- i) La implementación de los laboratorios de Física de los Liceos de la Región.

- ii) La aplicación de los programas de estudios y la metodología empleada.

La conversación y el diálogo abierto permitió apreciar en su magnitud la realidad de la Educación en nuestra Región, en lo que respecta a la Enseñanza de la Física. Esto fue ratificado en una encuesta que respondió cada uno de los asistentes al Taller Regional.

*¿Qué se desprende de esta encuesta?*

Sólo el 14% de los colegios dispone de laboratorio destinado a Física, el 50% lo comparte con otras asignatura y un 35% carece de todo tipo de laboratorio.

En cuanto a la implementación para el trabajo experimental, solo el 30% posee algún tipo de material de laboratorio. El cual a su vez, de acuerdo a lo expresado por los encuestados, es mayoritariamente esca-

so, con equipos, o partes de equipos aislados, usualmente antiguo y en malas condiciones.

Como se puede apreciar el panorama, en este aspecto, es bastante desolador. ¿Tendrá que seguir siendo la Física de Enseñanza Media sólo de "PIZARRA", desligada del Mundo Real?

La labor a la cual se ha comprometido nuestra Unidad apunta tanto el asesoramiento en lo que respecta a la metodología de enseñanza como a la búsqueda ingeniosa de suplir esta carencia de equipamiento con experiencias que no requieran de material sofisticado y que estén al alcance de los alumnos y profesores de los colegios de Enseñanza Media.

El mejoramiento de la calidad de la enseñanza de la Física en nuestra Región pasa por un trabajo conjunto de la Universidad de Atacama con la Secretaría Ministerial de Educación, a través del desarrollo de un Proyecto conjunto que apunte a este objetivo.

## **“BARRACA MAIPU”**

**MADERAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
TERCIADOS PLACAS VOLCANITA  
CEMENTO CHOLGUAN PIZARREÑO  
PERFILES PLANCHA Y FIERRO  
MERCERIA Y FERRETERIA**

---

**SOFIA JASEN GALAZ  
MAIPU 560 - CASILLA 22 - FONO 213411  
COPIAPO**

## CONFORMAN JUNTA DIRECTIVA

El Cuerpo Académico de la Universidad de Atacama concurrió a las urnas con el objeto de definir a los representantes en la Junta Directiva. La votación se efectuó en octubre cuyo resultado señaló a los académicos **Andrés Luz Valencia, Julio Mena Soto y José Lattus Leiva**, como nuevos integrantes del cuerpo colegiado.



▲ José Lattus Leiva, de la Facultad de Humanidades y Educación

También el Presidente de la República, **Patricio Aylwin Azócar** designó a sus representantes, estableciéndose esta responsabilidad en **Eduardo Matta Berger, Héctor Montiel Canobra y Alfredo Sepúlveda Miranda**.

De esta forma, los anteriormente nombrados asumieron sus altas funciones en la sesión del 8 de octubre, uniéndolo su labor a la de **Arnaldo del Campo Arias y Horacio Oñate**, el primero de los cuales es el presidente de la Junta Directiva, por mayor permanencia en el tiempo en la entidad. ■



▲ Héctor Montiel Canobra. Académico Ingeniero Civil de Minas



▲ Julio Mena Soto, Facultad de Ingeniería



▲ Andrés Luz Valencia, Depto. de Ciencias Básicas.



▲ Eduardo Matta Berger, Industrial Minero



▲ Alfredo Sepúlveda Miranda.

## ADOLESCENCIA y EDUCACION MEDIA en el NORTE

Entre el 9 y 10 de noviembre se realizó un importante seminario técnico sobre Adolescencia y Educación de Nivel Medio en la Zona Norte de Chile, organizado por la Facultad de Humanidades y Educación y la Corporación de Promoción Universitaria, CPU.

Se reunieron en la Universidad de Atacama investigadores, profesores y estudiosos de los desajustes que enfrentan los adolescentes chilenos, en especial frente al grado de pertinencia de los requerimientos escolares. Se estima que estos problemas son

de gravedad y comprometen el futuro de todo el país.

La coordinación general del seminario estuvo a cargo de la socióloga **María José Lemaitre**, secretaria ejecutiva del Consejo Superior de Educación y la coordinación universitaria fue desempeñada por el decano de la Facultad de Humanidades y Educación, **Juan Iglesias Díaz**. ■



## ELECCIONES para TERNA de RECTOR

**Mario Maturana Claro**, resultó con la más alta mayoría, 39 preferencias, en el proceso eleccionario para estructurar la terna de Rector que fue a consideración del Presidente de la República. El segundo lo acupó **Andrés Luz Valencia**, con 31 votos.

La consulta se efectuó el 26 de octubre y concitó la atención de toda la comunidad de académicos que con gran espíritu democrático se pronunciaron en este evento eleccionario que se efectúa por primera vez en 17 años.

Al respecto **Mario Maturana** manifestó su satisfacción por la elección haciendo un llamado a todos los académicos para que se integren al trabajo de manera unida,



▲ *Mario Maturana Claro, primer lugar en terna para Rector.*

pensando siempre en el futuro de la casa de estudios. ■

## UNIVERSIDAD en PROVINCIA de HUASCO

Los esfuerzos de la comunidad de la provincia de Huasco por lograr el establecimiento de una sede de la Universidad de Atacama en Vallera, podrán verse recompensados con una posible labor académica durante 1991 en esa zona.

Tanto las autoridades provinciales como comunales, además de centros de padres, empresas y estudiantes se han unido para que la presencia de la universidad sea una realidad en la provincia.

Sostenidos encuentros se han realizado entre el Gobernador de la provincia de Huasco, **Carlos López Cortés** y el Rector, **Mario Maturana Claro** para esos efectos. ■

## DIRECTIVA de ASOCIACION de no ACADEMICOS



En septiembre se efectuó la elección de directiva de la reciente formada Asociación de Funcionarios no Académicos de la Universidad de Atacama, pronunciándose los electores que llegaron a alrededor de 170 personas, por **Joel Castro**, presidente, **Félix Troncoso**, vicepresidente, **Marianela Vivanco**, secretaria, **Amelia Meza**, tesorera y **Guillermo Vargas** y **Juan Soto**, directores.

La directiva asumió sus cargos el 2 de octubre, realizando visitas al Rector **Mario Maturana**, al Intendente Regional, **Raúl Barrionuevo** y a la Gobernadora, **Ruth Vega**. ■

▲ *La directiva de la Asociación Gremial de Funcionarios no Académicos: Guillermo Vargas, director; Marianela Vivanco, secretaria; Joel Castro, presidente; Amelia Meza, tesorera; Félix Troncoso, vicepresidente y Juan Soto, relaciones públicas.*

## UNIVERSIDAD en la INTEGRACION

Activa participación tuvo la Universidad de Atacama en las jornadas, de integración con la provincia de la Rioja, Argentina, realizadas los primeros días de noviembre en Copiapó. Lo anterior quedó establecido en el Acta de Acuerdo firmada entre los representantes de ambas naciones. Se acordó constituir, una delegación técnica de profesionales y empresarios chilenos, cuya finalidad será obtener un diagnóstico de los recursos mineros de la Provincia de La Rioja, co-

locando énfasis en la transferencia tecnológica con participación de la Universidad de Atacama y la Universidad de La Rioja.

Otra de las ideas acordadas fue propiciar la creación de carreras de nivel universidad en las universidades regionales con el fin de formar profesionales expertos en turismo que tengan un perfil diseñado en concordancia con las características que presenta la macro región y el desarrollo alcanzado de a la fecha. ■



▲ Una visita a la casa de estudios efectuaron personas de la Provincia de La Rioja, Argentina, entre ellos, el Gobernador Provincial, **Agustín Benjamín de la Vega**. En la imagen, junto al Rector, **Mario Maturana**.

## EDUCACION TECNOLOGICA

Desde enero de 1991, la Universidad de Atacama comenzará impartir la carrera de Educación Tecnológica en un plan especial de interperiodos y destinada exclusivamente a técnicos universitarios que sin ser profesores, se encuentran desarrollando labores docentes en escuelas y liceos técnicos entre la Primera y Quinta Regiones.

Este mejor desarrollo tiene como pilar fundamental la formación de técnicos especializados en diversas áreas de la producción y servicios.

El interés de los jóvenes por estudiar carreras técnicas ha crecido de manera significativa en los últimos años. Sin embargo, se hace necesario mejorar la calidad de la enseñanza permitiendo a los profesionales que se desempeñan como profesores que adquieran la jerarquía académica obteniendo el título de pedagogo. ■

## HISTORIA de la MINERIA del SIGLO XIX

La Universidad de Atacama y la Compañía "Ojos del Salado" han elaborado un interesante concurso sobre la "Historia de la minería atacameña del Siglo XIX" para todos los estudiantes de los IV Medios de los colegios de la región que postulen e ingresen a nuestra casa de estudios, participando de igual forma los estudiantes universitarios.

Se trata de retrospectivas sobre nuestro pasado minero con el objeto de estimular en los estudiantes la investigación de los principales hechos históricos de la minería atacameña y el análisis de la importancia en el desarrollo nacional.

Los participantes deberán entregar descripciones detalladas de los procedimientos mineros y me-

talúrgicos más importantes que se efectuaban en la época investigada.

El plazo final para presentar los trabajos es el 18 de enero de 1991 en la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Atacama, Area Sur. ■

## CURSO de EXPERTOS en PREVENCIÓN de RIESGOS en MINERÍA

Especiales connotaciones tuvo el Curso para "Expertos en prevención de Riesgos en la Minería", organizado por nuestra universidad

entre el 3 de Julio y el 7 de septiembre con la participación de más de cuarenta profesionales que ya tienen la categoría de expertos en las

tareas de prevención de la actividad minera nacional. Los asistentes provenían de diferentes faenas distribuidas en el país.

Coordinador del evento fue Vicente Rodríguez Bull y en la inauguración estuvieron presentes representantes de la Mutual de Seguridad y el director nacional del Servicio Nacional de Geología y Minería Hernán Danus, entidades patrocinantes.

Los contenidos que se entregaron fueron, entre otros, Estadísticas General, Legislación Laboral Aplicada, Ventilación de Minas, Explosivos, Desarrollo Vertical y sus Riesgos, Prevención y Control de Incendios, Rescate de Minas, Tranque de Relaves, Prevención de Riesgos en la Alta Montaña, Comités Paritarios y otros. ■



▲ *Interesantes proyecciones del curso de "Expertos en Prevención de Riesgos en la Minería", organizado por nuestra universidad.*

## SALINIDAD de la TIERRA

La Corporación Privada de Desarrollo de la Universidad de Atacama está elaborando un proyecto destinado a entregar soluciones a la preocupante carga salina de los suelos del interior del valle de Copiapó, acrecentándose este problema en el sector norte de la zona, hacia Caldera.

**Leonardo Troncoso Itier**, gerente de la CORPROUDA ha señalado que se están concertando esfuerzos de profesionales químicos de la Universidad de Atacama con investigadores del área privada para ofrecer al empresario agrícola de la zona, alternativas para enfrentar lo que podría transformarse en el futuro en un deterioro de la floreciente gestación de la una de mesa de exportación, la

primera que se envía al mercado internacional, especialmente de Estados Unidos.

Junto a este servicio para la agricultura, la Corporación Privada de Desarrollo está ofreciendo fuentes de mejoramiento para la minería sobre la base de las peticiones de los socios mineros que tienen la institución.

También el sector pesquero está dentro de las posibilidades de cooperación con esta iniciativa mancomunada de integración entre la empresa privada de Atacama y la Universidad, en el sentido pleno de desarrollo

integral tanto para el sector productivo de la región como para la casa de estudios. ■



▲ *Leonardo Troncoso, gerente de la Corporación Privada de Desarrollo de la Universidad de Atacama.*

## ORGANIZACION de ACADEMICOS

El 27 de junio se estructuró la directiva de la Asociación de Académicos Universitarios de Atacama, de acuerdo al proceso eleccionario participaron todos los docentes de la casa de estudios.

Presidente es Hugo Olmos; vicepresidente, René Maurelia; secretario general, Orlando Zuleta; encargado de finanzas, Julio Mena y direc-

tores, Marcos González, Eduardo Díaz y Ricardo Leiva.

La agrupación ya cumplió un año de existencia teniendo siempre presente la democratización de las estructuras de la universidad, aspecto que llevaron adelante desde su fundación en 1989.

## FEDERACION de ESTUDIANTES

754 estudiantes de un universo electoral de 1.281, participaron en las elecciones de dirigentes de la Federación de Estudiantes, Centros de Alumnos y Vocales, realizadas los días 13 y 14 de noviembre.

La presidencia es de Mario Peña, de las Juventudes Comunistas; vicepresidente, Hernán Mery, de Renovación Nacional; secretario general, Walter Araya, de las J. Comunistas y secretario de finanzas, Carlos Orellana, independiente, del Movimiento Universitario de Atacama.

## HIMNO de LA FUNDICION de COBRE.

Letra y música de Jorge Ledezma C.

Entre el humo y entre el fuego está el coraje  
del que funde día a día, sin cesar,  
en los hornos y en los convertidores,  
porque el lema de la vida es trabajar.

Compañeros de la Planta, adelante.  
que los hornos nunca dejen de fundir,  
y que surja tras la blanca fumarola  
la colada que es futuro y porvenir.

Siempre atentos fundidores,  
firme el pulso los grueros,  
que no falten refractarios, compañeros,  
que moldeen la colada y que sea refinada,  
y en el patio de la Planta etiquetada.

Fundidores de la Planta de Potrerillos,  
siempre unidos entonemos un cantar,  
y sintamos el orgullo del trabajo,  
que hace digna nuestra vida, nuestro hogar.

Y al final de una jornada bien cumplida,  
entre amigos vamos todos a jugar,  
con la camiseta puesta, compañeros,  
por la Planta el Deportivo va a triunfar.

.....

Porque el cobre es nuestra vida, compañeros  
(2 veces).



### **NITRATINA CRISTALIZADA**

Color blanco nieve.

Dimensión de la Muestra

140 mm x 90 mm.

Procedencia: M. Pedro de  
Valdivia - Antofagasta

← 13

### **LAZURITA (Lapislazuli)**

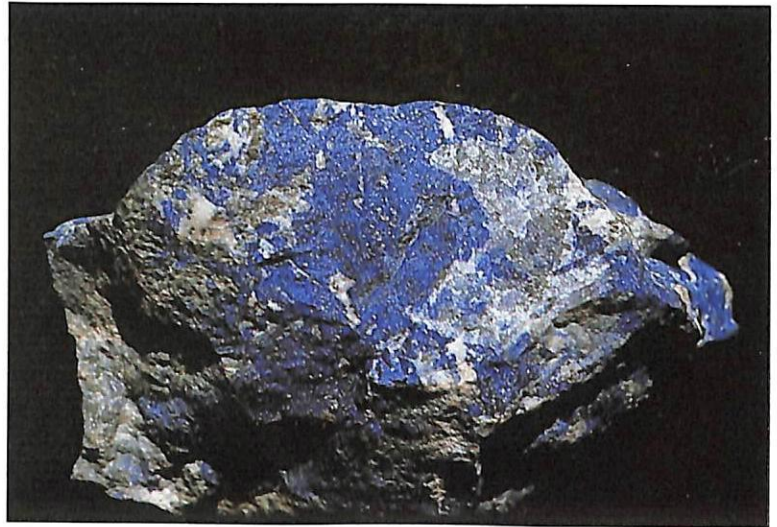
Color azul celeste.

Dimensión de la Muestra

160 mm x 100 mm.

Procedencia: Ovalle -  
Coquimbo

14 →



### **ERITRINA**

Color carmín a rosado.

Dimensión de la Muestra

250 mm x 180 mm.

Procedencia: Sierra Ladrillo -  
Copiapó

← 15



**APATITA CRISTALIZADA**

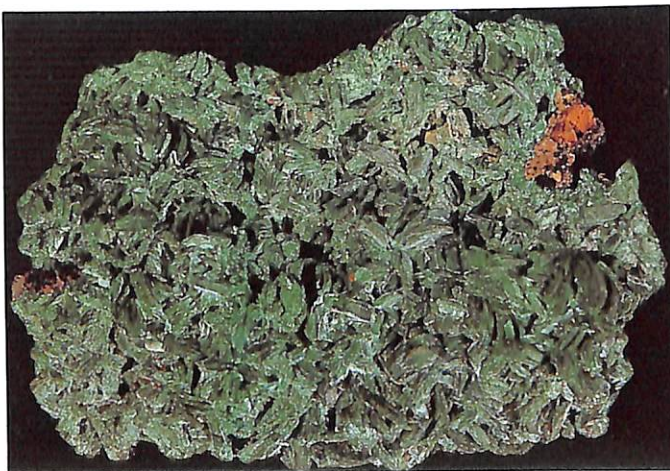
Color verde mar.  
Dimensión de la Muestra  
110 mm x 80 mm.  
Procedencia: Cachiyuyo  
llampo - Copiapó.

← 16

**CROCOITA**

Color rojo jacinto.  
Dimensión de la Muestra  
40 mm x 25 mm.  
Procedencia: Antofagasta.

17 →



**MALAQUITA**

Color verde brillante.  
Dimensión de la Muestra  
120 mm x 90 mm.  
Procedencia: M. Remolinos -  
Copiapó

← 18



## HIMNO A LA UNIVERSIDAD DE ATACAMA

*Tras siglos de historia forjada  
surge entre rocas y chañares  
cual corona del inca iluminada  
por valientes mineros de Atacama.*

*Con pujante martillo de plata  
esculpiste estos hombres que orgullosos  
llevarán impresas en el alma  
las casona de los Gallo y de los Matta.*

**CORO:**

*Estudiante, Maestro, Ingeniero  
has tallado tu huella en el metal  
por los rieles del saber y de la patria  
en el tren de la historia viajarás.*

*Tú que enmarcas la gloria de Atacama  
tú que has hecho senderos en la pampa  
tú que has dado el fruto de la piedra  
en el hito del desierto te levantas.*

*Oh primera Escuela de Mineros  
la fragua del tiempo te derrama  
fundida en el crisol de una esperanza  
Universidad de Atacama.*

**CORO**

*Estudiante, Maestro, Ingeniero  
has tallado tu huella en el metal  
por los rieles del saber y de la patria  
en el tren de la historia viajarás.*

*Letra y Música:  
CARLOS SEPULVEDA GALLI.*

