

# Centros de Investigación de la Facultad

## CENTRO DE INVESTIGACION DEL COBRE

EQUIPO DE TRABAJO: Ingo. José Vicente Rincón P., Coordinador  
Ingo. Luis Alberto Meza  
Ingo. Gonzalo Mejía P.  
Ingo. Alvaro Correa A.

El objetivo de este artículo es dar a conocer la actividad desarrollada, hasta la fecha, y presentar el plan de trabajo que para los próximos años ha proyectado el Centro del Cobre adscrito a la Facultad de Minas y que forma parte del programa regional de desarrollo científico y tecnológico de la OEA. Pero antes de desarrollar el objetivo, es de especial interés hacer un breve recuento acerca de la importancia del cobre como metal base para el desarrollo industrial y presentar, en forma muy abreviada, el Panorama Cuprífero Colombiano con el fin de emitir conclusiones que sirvan como fundamento para justificar la creación y fomento de un centro en la Facultad de Minas, que sirva como orientador de la investigación del cobre tanto en el campo minero como en el de la extracción metalúrgica, refinación, adaptación y comercialización del metal.

El cobre es el principal material en la manufactura de conductores y otros accesorios que conducen corriente. La mitad de la producción del metal se destina a aplicaciones en ingeniería eléctrica y electrónica como la fabricación de motores eléctricos, generadores de potencia, controles industriales y demás aparatos relacionados tales como transformadores y equipos de ensayo, cables y partes eléctricas para equipos de navegación y comunicación y en líneas de transformación subterráneas.<sup>(1)</sup>

Así mismo, las aleaciones de cobre son bastante utilizadas debido a su elevada resistencia a la corrosión, a sus propiedades para trabajo en caliente y en frío y a su facilidad para soldarse y pulimentarse. Entre las principales aleaciones están los latones, los broncees y el metal monel.<sup>(2)</sup>

Debido a su alta resistencia a los efectos corrosivos del agua de mar y a su capacidad de transferencia de calor, se utiliza para tubos y válvulas en plantas de destilación para la desalinización de esas aguas.<sup>(1)</sup>

Encuentra, además, amplia aceptación en la fabricación de maquinaria industrial no eléctrica, en la industria automotriz, la aviación, ferrocarriles e industrias afines donde se fabrican radiadores, calentadores, carburadores, etc.<sup>(1)</sup>

Finalmente, el cobre es la base para gran parte de la industria química y farmacocímica sobre todo para la producción de sales y pigmentos inorgánicos.<sup>(1)</sup>

En cuanto al Panorama Cuprífero Colombiano, éste puede resumirse como sigue: (3)

En nuestro país, los yacimientos están localizados todos a lo largo de los Andes, particularmente sobre la cordillera occidental. Existen manifestaciones en Nariño -el Dovio-, Valle del Cauca, Santander, Norte de Santander, Payandé y Natagaima en el Tolima, Caldas, Antioquia y Chocó.

Resultan de especial interés los yacimientos filonianos y los pórfidos cupríferos de la Zona Noroccidental, más particularmente en el occidente Antioqueño y el oriente del Chocó. Entre los depósitos filonianos son de importancia los de las minas **El Roble** y **Santa Anita**, en el departamento del Chocó, y **Cerro Plateado**, en el municipio de Salgar, Antioquia.

El área de **Pantan**os - **Pegadorcito**\* resulta ser la anomalía de pórfidos cupríferos más importantes, aunque existen también posibilidades en los municipios de Murindó y Acandí, en Antioquia y Chocó respectivamente; hay además prospectos no identificados en Urrao, Concordia, El Carmen y otros municipios del occidente Antioqueño.

Aunque los estudios de exploración de las anomalías de cobre, molibdeno y plata del cerro de **Pantan**os y la quebrada **Pegadorcito**, situadas entre los municipios de Frontino y Dabeiba, se encuentran bajo reserva de INGEOMINAS es fácil inferir la "possible" importancia de dicho yacimiento si se le sitúa dentro de un marco regional: nuestro país está localizado prácticamente en el centro de la franja Andina que se entiende desde Chile y Perú -países considerados entre los mayores productores de cobre en el mundo- hasta Panamá, donde recientemente se han hecho grandes descubrimientos. Esta zona cuprífera se continúa en Méjico y los Estados Unidos. Las posibilidades de este yacimiento no dejan de ser pues, importantes.

En la zona de Antioquia y Chocó existen dos minas en explotación, **Nudillales** y **El Roble**, donde el beneficio se lleva sólo hasta concentrados de cobre, considerándose la molibdenita como un subproducto y ello debido a la escasa información que sobre el tratamiento de dicho mineral se tiene en el país. Tampoco se ha estudiado en detalle la recuperación de metales preciosos que en algunos casos se hallan asociados con los minerales cupríferos.

Este somero recuento nos permite concluir que:

1. Dada la amplia gama de empleo del cobre, éste es fundamental para la economía del país.
2. Colombia desde el punto de vista geológico y de su localización, en la zona Andina, tiene posibilidades cupríferas.

\* y el yacimiento de la mina **NUDILLALES** en el municipio de Dabeiba, Antioquia.

3. El desconocimiento casi total de las reservas, tratamiento y beneficio de las minas de cobre han impedido el desarrollo de la industria de transformación del metal, siendo necesario importar todos los productos ya manufacturados.

4. Las tres premisas anteriores crean la necesidad de fomentar un centro para la investigación del cobre en el país.

Dadas estas consideraciones iniciales, entraremos a dar la información pertinente al **Centro del Cobre de la Facultad de Minas**.

## QUE ES EL CENTRO DE INVESTIGACION DEL COBRE?

El Centro del Cobre es un organismo adscrito al **Departamento de Recursos Minerales y Energía**, creado en 1975 <sup>(4)</sup>, para desarrollar investigación sobre el cobre teniendo como campo científico y técnico la minería, preparación, concentración y obtención del metal y/o sus compuestos a partir de menas existentes en el país, especialmente las que se encuentran en los departamentos de Antioquia y Chocó.

El trabajo de investigación se ha estado efectuando y se efectuará en los laboratorios de **Beneficio de Minerales, Metalurgia, Geología, Análisis y Ensayos**.

El centro tiene además como objetivos los siguientes:

1. Servir como orientador y coordinador de los proyectos de grado que con la participación de estudiantes y un miembro del centro, como director, se entren a realizar.

En reunión del equipo de trabajo, se acordó que los aspirantes a realizar un proyecto de investigación bajo el auspicio del centro del cobre deberán conocer previamente el objetivo del trabajo a emprender, haber efectuado la revisión bibliográfica del caso y tener una metodología de trabajo definida; todo ésto con el fin de maximizar el fruto del trabajo y permitir al director del proyecto y a los estudiantes descubrir todas las posibles facetas de la investigación.

2. Actuar, también, como ordenador y coordinador de la investigación básica y aplicada que realice el profesorado.

## PLAN DE TRABAJO

Desde la creación del centro, en Octubre de 1975, hasta 1979, se definió trabajar en los siguientes aspectos fundamentales:

**1. Recopilación y Análisis de la información existente:** que cubre el reconocimiento preliminar de las diversas formaciones haciendo el inventario y localización de las principales minas, equipo disponible, características geológicas de cada formación, tipo de material que se exporta, reservas estimadas, producción actual, desarrollo de las minas, avances, sistemas de explotación, posibilidades y requerimientos de inversión para un ensanche futuro, operaciones de beneficio, etc.

**2. Selección de muestras necesarias para las etapas siguientes.**

**3. Preparación y concentración de los minerales de cobre;** se hará una recopilación de las experiencias que se tengan al respecto en plantas de beneficio de todas las minas estudiadas. Para aquellos minerales que no se beneficien en la actualidad, se hará un estudio de las condiciones requeridas de preparación y concentración que comprenderá: trituración y molienda, estudios granulométricos, concentración por flotación tanto primaria como diferencial, etc.

**4. Obtención del cobre y/o sus productos,** por métodos hidrometalúrgicos y/o pirometalúrgicos, a partir de los minerales en cuestión.

## PROYECTOS DE INVESTIGACION

Como proyectos específicos ya realizados y en cursos se tienen los siguientes:

**1. Estudio y beneficio de los recursos minerales cupríferos del occidente Antioqueño y parte del Chocó;** este trabajo se culminó en octubre de 1977 y fue realizado por Luis Humberto Sylva Sánchez, Jesús Humberto Mejía Laverde y el Ingo. Jairo Gómez como director del proyecto.

En él se lograron evaluar los puntos 1, 2 y 3 del plan de trabajo. Según se lee textualmente, en la memoria del proyecto, el objetivo del trabajo se centró en lograr dos fines primordiales: "primero, recoger, de la mejor manera posible, la información existente sobre las manifestaciones de yacimientos cupríferos, en el occidente Antioqueño y en el oriente del departamento del Chocó, que ofrecen alguna factibilidad económica. Segundo, determinar las condiciones mínimas para el beneficio de los minerales de Nudillales -en Dabeiba, Antioquia- y El Roble -en El Carmen del Atrato, Chocó- con base en las pruebas de laboratorio". Es decir, se hizo un trabajo a nivel de laboratorio con el fin de aplicar conocimientos y posibilidades para llegar a resultados analíticos; en otras palabras, se llevó a cabo la etapa de prefactibilidad para los yacimientos en mención.

**2. Estudio de concentración en Planta Piloto Mineral de Cobre:** una vez cumplido el estudio de prefactibilidad, el segundo momento es el de la planta piloto, en el que se procurará limitar y llevar a niveles reales, y bajo las condiciones industriales acostumbradas, todo el proceso. En esta etapa se espera corroborar, corregir o descartar los resultados del momento anterior; es decir, se trata de realizar la etapa de factibilidad del proyecto iniciado por los señores Sylva y Mejía.

**3. Extracción Hidrometalúrgica a partir de concentrados de Cobre:** una vez realizado el proyecto 2, se pretenderá separar el cobre y/o sus productos por métodos húmedos. Se estudiarán las siguientes etapas en la obtención hidrometalúrgica del cobre o sus sales:

— **Tostación:** Influencia de la granulometría del concentrado, la temperatura y el tiempo sobre la eficiencia de la tostión. Esta eficiencia se cuantificará con respecto a la etapa posterior de lixiviación.

Con el fin de que el estudio que se realice sea reproducible fácilmente a nivel industrial, será necesario adquirir un horno de hogares múltiples que está disponible en una pequeña planta de Medellín. Con este horno se puede asegurar un proceso continuo de tostación, ya que la continuidad es la principal norma de procesos industriales.

— **Lixiviación:** influencia de la temperatura, tiempo, medio de lixiviación y agitación en las características de la solución obtenida. Impurezas, modo de eliminarlas y nivel de tolerancia de impurezas en las etapas siguientes.

— **Obtención de Cobre Metálico o Sales de Cobre a partir de la solución anterior:** lo que incluye cristalización de la solución para obtener sales, concentración de la solución para obtener cobre metálico impuro, refinación del cemento de cobre y obtención de sulfato de cobre cristalizado o de cobre con pureza apropiada para la utilización industrial.

— **Técnicas Modernas en la Purificación de soluciones de Cobre:** montaje de la planta de extracción por solventes.

**4. Extracción pirometalúrgica a partir de concentrados de cobre:** para las condiciones del laboratorio, se harán inicialmente ensayos de fundición en crisol de grafito, lo que permitiría obtener resultados similares a los del proceso en horno de Cuba.

Se efectuarán los siguientes ensayos de reducción:

- a. Reducción con C y CO (mena tostada).
- b. Reducción pirítica (tostión parcial).
- c. Reducción semipirítica (sin tostión).

En la etapa siguiente se efectuarán los análisis de los resultados y la determinación del método que se va a usar para los ensayos posteriores.

Para el método elegido se realizará el cálculo de cargas, el cálculo de recuperaciones y el análisis de los resultados.

Se harán además ensayos de conversión de mata de cobre y ensayos de obtención de mata de cobre en horno de reverbero.

**5. Evaluación económica y de factibilidad de los procesos anteriores:** Los proyectos anteriores 2, 3, 4 y 5 se realizarán conformando equipos mixtos de estudiantes y un profesor del Centro del Cobre, quien actuará como director del proyecto. Para el caso, ya se efectuó una convocatoria; los estudiantes interesados pueden pedir la información pertinente a uno cualquiera de los miembros del equipo de trabajo del centro.

**6. Recuperación del molibdeno, oro y plata a partir de concentrados de cobre:** La responsabilidad de este proyecto está en la persona del profesor José Vicente Rincón Pino.

La importancia del molibdeno como elemento industrial y el hecho de que en Colombia aún no se elaboren concentrados de molibdenita, ya sea por la ausencia de estudios o por el desconocimiento de las técnicas químicas de extracción -lo cual se debe precisamente a lo primero- hacen que el proyecto resulte de importancia, máxime si se considera que los resultados de este estudio, de ser favorables, darían la oportunidad de obtener, a partir de yacimientos filonianos o pórfidos cupríferos, dos tipos de concentrados: Cobre y Molibdenita; resultando uno y otro con un mayor grado de pureza lo que equivale a un aumento en el valor del concentrado por reducción de penalidades o castigos.

Se esperan además, obtener resultados favorables en cuanto a recuperación de oro y plata, los que hasta el momento se han estado evacuando en las colas -en las minas de "Nudillales" y "El Roble"- en proporciones de 43, 33 gr/ton. de plata y 60 gr/ton. de oro. <sup>(3)</sup>

La investigación se encuentra en el momento en la etapa de recopilación y revisión de bibliografía para lo cual se ha desarrollado la siguiente labor:

1. Correspondencia con entidades internacionales con experiencia en el área, como son La Denver Equipment Division, La Cyanamid International, The Dow Chemical Company, La Society of Mining Engineers of A.I.M.E., La Allis-Chalmers, La Bureau of Mines y otras en Norte América y Sur Africá.

2. Correspondencia recomendada con personas en Chile y Perú.

3. Reseña bibliográfica de las principales revistas y libros, que tienen que ver con el tema y con cuya existencia se cuenta en la biblioteca de la Facultad de Minas.

4. Finalmente, selección de libros y publicaciones para pedido según el boletín "New Publications" de la Bureau of Mines.

La etapa de laboratorio se iniciará tan pronto se termine el proyecto 2, lo cual se espera sea al finalizar el primer semestre del año 1978.

Para este proyecto, a partir del 78 se gestionará financiación conjunta con "Colciencias".

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Schroeder, H., Copper, Bulletin Bureau of Mines, 1975, 667, pp. 5-6, 1975, 667, pp. 5-6.
- (2) La Metalurgia del Cobre, Notas adicionales al curso de Pirometalurgia, 1976, pp. 2-3, sin publicar.
- (3) Sylva, H., y Mejía, H., Estudio y beneficio de los recursos minerales cupríferos del occidente Antioqueño y parte del Chocó. Proyecto de grado, Facultad de Minas, U.N. Medellín, pp. I-IV y 1-54, 1977.
- (4) Gómez, J., Programa del Centro del Cobre de la Facultad de Minas de la U.N. Para la vigencia de 1978 dentro del programa regional de desarrollo científico y tecnológico de la OEA, 1977. pp. 2-8, sin publicar.



### **MINGETEC LTDA**

**INGENIEROS GEOLOGOS Y DE MINAS**

- **ASESORIA MINERA Y GEOLOGICA.**
- **MONTAJES Y EXPLORACIONES MINERAS.**
- **ESTUDIOS PARA PROCESOS DE BENEFICIO DE MINERALES Y METALURGIA EXTRACTIVA.**
- **ASESORIA Y MONTAJES PARA INDUSTRIA LADRILLERA Y DE CERAMICA PESADA.**

**Carrera 49 No. 50-22 Oficina 908**

**Teléfonos: 459260 y 312435**

**Apartado Aéreo 50496**

**Medellín — Colombia**