



MOVIMIENTO DE ARTISTAS, ESCRITORES E INTELLECTUALES DEL NIQUEL (MOAENI)

Proyecto de fundamentación

En el IV Congreso de la UNIÓN NACIONAL DE ESCRITORES DE CUBA: (UNEAC) nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro expresó «La cultura es lo primero que hay que salvar».

Tomando como base este concepto de nuestro líder, artistas e intelectuales de Moa de diferentes generaciones; oficios y manifestaciones de la creación artística, reunidos en la FILIAL DEL NIQUEL el domingo 3 de abril de 1994 y con la presencia del PCC Municipal, por unanimidad, decidieron la creación de este movimiento SUI-GÉNERIS.

Todo lo que nace tiene objetivos....

Sin embargo el SUPEROBJETIVO, es CREAR.

El mayor número de sus miembros trabaja directamente vinculados a la Industria Cubana del Níquel; MOAENI (Movimiento de Artistas e Intelectuales del Níquel nace con la voluntad de CREAR nuclear acciones; incentivar a los hombres y que después de su labor diaria en sus respectivos centros hacen arte.

¿Por qué MOVIMIENTO SUI-GÉNERIS? Porque Moa es un enclave único en el país de la ciudad industrial típica, pero es también donde más se palpa la obra creadora de la Revolución cubana en sus múltiples esferas de la vida social.

SUI-GÉNERIS porque aquí la única e inviolable divisa es CREAR OBRAS DE ARTE cuyo destinatario primario y esencial es el pueblo de Moa; en donde el auditorio mayor lo integran personas que trabajan en o para contribuir el aumento de la producción de níquel.

Nuestra bandera es la VOLUNTAD DE ACCIÓN; nuestra premisa básica: DENTRO DE LA REVOLUCIÓN TODO, CONTRA LA REVOLUCIÓN NADA; frase de Fidel en sus palabras a los intelectuales en 1961 y que conjuntamente con la Plataforma Programática representa la Política cultural de la Revolución.

En MOAENI se fusionan en un solo HAZ de espíritu creativo y respeto por su ciudad Artesanos, Escultores, Trovadores, Cuentistas, Poetas, Pintores, Investigadores y Científicos.

No tenemos fronteras temporales y rompemos con el esquema de; hasta tal o más cual edad.... La clave está en juntar acciones que enriquecen al pueblo que recibe el arte.

MOAENI es deseo de dar arte sólo a cambio del respeto de sus artistas y del reconocimiento que emanará de su propia verdad social, de lo que es capaz de demostrar ante su comunidad minera y más allá.

MOAENI agrupa a fundadores del arte Moense y a continuadores; les brinda las mismas posibilidades de expresión a través del arte, a seres humanos hijos de un entorno particular que es Moa; y decir Moa, es decir sitio económico vital; es decir lucha en pos del bienestar como nación, MOAENI no es una idea aislada; es una acción múltiple necesaria; nace bajo el consenso de sus integrantes que constituyen la vanguardia de la creación artística de la capital del Níquel y caminará en la medida de la voluntad y el empeño de los que nos afiliamos a él; ambas cosas fueron su razón de nacer pero MOAENI nace también con la presencia activa y orientadora de nuestro Partido que es la vanguardia política.

Saludos

Melaneo Maden Betancourt

Presidente MOAENI

**MOAENI: SALTAR DE LA FRASE AL HOMBRE,
DE LA DISPERSIÓN A LA CREACIÓN COLECTIVA**

Tratamiento del licor carbonato-amoniacal de la empresa «Comandante Ernesto Che Guevara» con el residual Agua de Cooler de la empresa Moa Nickel S.A. «Pedro Soto Alba»

Lic. Ing. Inocentè Rodríguez Iznaga
Lic. Juan Serrano Bayán
Dr. Gerardo Rodríguez Fuentes*
Lic. Pedro Rafael Bassas Noa**

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
* Instituto de Materiales y Reactivos, Universidad de la Habana
** Centro de Investigaciones de la Laterita, Moa

RESUMEN: Se estudia, a escala de laboratorio, la posibilidad de empleo del residual líquido Agua del Cooler de la Planta de Sulfuro de la Empresa Moa Nickel S.A. para el tratamiento del licor reboso del sedimentador del Carbonato Básico de Níquel (Licor C1) de la Empresa «Comandante Ernesto Che Guevara». Se analiza también la precipitación y recuperación de valores metálicos, fundamentalmente níquel, la remoción de sustancias químicas contaminantes (sulfuro de hidrógeno, iones en disolución), así como la posibilidad de empleo de la zeolita natural como complemento al tratamiento.

ABSTRACT: In this paper we make, at laboratory scale, a study of the possibility to employ the Cooler Water residual liquid from the Sulphide Plant of the Moa Nickel Company, S.A. for the treatment of the brimming liquor from swing of the Basic Nickel Carbonate (Liquor C1) of the «Commandant Ernesto Che Guevara» factory. Besides, it is also analyzed the precipitation and recovery of metallic values (mainly Nickel), the removal of polluting chemicals (hydrogen sulphide, ions in breakup); as well as the possibility to employ natural zeolite as a complement in the treatment.

Uno de los problemas fundamentales que enfrentan las industrias cubanas productoras de níquel en Moa, es la contaminación ambiental; tanto es así que diariamente se expulsan más de 20 000 m³ de residuos líquidos nocivos. Uno de estos residuales, el conocido como Agua del Cooler de la planta de precipitación de sulfuro de la Emp. Moa Nickel S.A. está constituido fundamentalmente por sulfuro de hidrógeno (H₂S). Otro ejemplo lo constituye el licor carbonato-amoniacal residual de la Empresa «Comandante Ernesto Che Guevara» (ECECG) que contiene amoníaco y gran número de iones metálicos.

Como resultado de algunas investigaciones (Kasavin, 1970; Sarduy *et al.*, 1988) actualmente se aplica, en la ECECG, un tratamiento con hidrógenosulfuro de amonio (NH₄HS) al licor reboso del sedimentador del Carbonato Básico de Níquel, conocido como Licor C1, el cual se expulsaba como residuo. El tratamiento consiste en precipitar, con el NH₄HS producido por la Empresa Moa Nickel S.A. el níquel presente en este licor. El níquel precipitado, fundamentalmente en forma de sulfuro, es procesado junto al Carbonato Básico de Níquel, incrementando así el rendimiento de esta empresa. Con este tratamiento se recupera un alto porcentaje de níquel, sin embargo, el licor tratado se enriquece en amoníaco, el cual es expulsado en los residuales de esta empresa en el orden de 1 g/L.

Al considerar lo planteado nos dimos a la tarea de estudiar experimentalmente la posibilidad de empleo del residual Agua del Cooler de la Empresa Moa Nickel, S.A., como una alternativa para el tratamiento del licor C1 en aras de la descontaminación ambiental y la recuperación de níquel y otros valores. Se analiza además, la factibilidad del tratamiento anteriormente referido, y se valora el empleo del mineral zeolita del yacimiento Caimanes como intercambiador iónico para completar el tratamiento.

Metodología empleada

La metodología seguida consistió en mezclar determinados volúmenes de los licores en estudio, estableciendo así distintas relaciones volumétricas Licor C1/Agua del Cooler (VC1/A.Cooler), precipitando los metales en forma de sustancias poco solubles. El tiempo de contacto entre estos fue de 5 min con una velocidad de agitación de 45 rpm.

En la Tabla 1 aparece la composición de ambos licores, además, se expresa la concentración como concentración másica (ρ(x)).

TABLA 1. Composición y pH de los licores utilizados en el estudio

Licor	ρ(x) mg/L										pH
	Ni	Co	Cu	Fe	Mn	Mg	Zn	Ca	NH ₄	H ₂ S	
Agua del Cooler	0,28	0,87	0,12	48,3	6,1	10,7	0,25	9,3	-	200	3,18
Licor C1	269	1,5	-	0,5	0,57	17,4	0,2	6,09	210	-	8,57

Se separó por filtración la fase sólida y la fase líquida, y se trató esta última con zeolita natural. Esto fue realizado de forma dinámica en columna, donde se empaquetaron 5 g de zeolita con clase de tamaño +2,38-4 mm y se le hizo pasar la fase líquida resultante del proceso de precipitación con flujo de 2 mL/min colectando en el tiempo la fase líquida originada (eluato).

Finalmente la zeolita se sometió a un tratamiento con Licor Fresco Industrial (LF: licor carbonato amoniacal concentrado empleado como agente lixivante del mineral reducido), el cual se realizó en columna, de forma similar al ya indicado, empleando en este caso 2,5 g de la zeolita antes tratada y flujo de 1 mL/min para el LF.

Todos los experimentos fueron realizados a 298 K y 101,3 kPa.

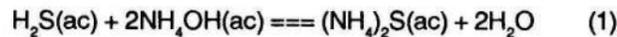
La zeolita empleada está constituida fundamentalmente por clinoptilolita natural proveniente del yacimiento

TABLA 2. Composición y pH de la fase líquida

V _{C1/A.C.}	ρ(x) mg/L								pH
	Ni	Co	Cu	Fe	Mn	Mg	Zn	Ca	
0,5	1,1	0,3	-	8,01	3,16	13,9	0,25	7,96	7,6
1,0	1,5	-	0,08	0,77	0,16	8,8	0,2	5,29	7,91
2,0	1,4	-	-	0,34	0,1	8,6	0,12	10,96	8,33

Al comparar los valores de las tablas 1 y 2, se observa una disminución marcada en el contenido de los iones metálicos en disolución, lo cual resulta de la precipitación de estos en forma de sustancias poco solubles, hecho señalado anteriormente.

Si analizamos la interacción de estos licores entre sí, donde uno aporta H₂S y el otro, amoníaco (en disolución NH₄OH), podemos enfocarlo como un proceso donde inicialmente se forma (NH₄)₂S según la siguiente reacción:



La ecuación 1 muestra que por cada mol de H₂S se consume el doble de NH₄OH. En los licores iniciales la concentración molar de H₂S es de 0,0062 mol/L y la de amoníaco de 0,0123 mol/L respectivamente.

Según estos valores, y en dependencia de la relación V_{C1/A.Cooler} puede existir o no exceso de una de estas sustancias, siendo posible la formación de disoluciones buffer. Así, con NH₄OH en exceso puede formarse el buffer (NH₄)₂S-NH₄OH y con predominio de H₂S el tampón (NH₄)₂S-H₂S. Si contrario a esto existe igualdad estequiométrica entre estas sustancias, sólo tiene lugar la formación de (NH₄)₂S.

No obstante a lo discutido, la formación del buffer (NH₄)₂S-H₂S es poco probable, ya que es un buffer ligeramente ácido (Buriel *et. al.*, 1978) y el pH de las disoluciones resultantes es superior a 7 para las relaciones volumétricas en estudio (ver Tabla 2).

Sobre la base de este análisis podemos plantear, que para relaciones V_{C1/A.Cooler} inferiores o iguales a 1 debe

predominar durante la precipitación el (NH₄)₂S, y para relaciones superiores a 1, el buffer (NH₄)₂S-NH₄OH. Esta hipótesis nos lleva a establecer que la interacción de los iones metálicos durante la precipitación ocurre directamente con los iones S²⁻ pues el (NH₄)₂S es un electrolito fuerte y soluble.

Resultados y discusión

Tratamiento del Licor C1 con el Agua del Cooler.

Al poner en contacto el Licor C1 con el Agua del Cooler, se formó al instante una fase sólida oscura constituida fundamentalmente por: Ni (29,8 %); Co (0,06 %); Zn (0,21 %); Cu (0,001 %); Mn (0,02 %); Ca (0,20 %); Mg (0,05 %) y S (14,14 %).

La composición de la fase líquida resultante para diferentes relaciones volumétricas de los licores, aparece en la Tabla 2.

Esto es importante pues la concentración del ion S²⁻ no será la misma en todos estos sistemas. De hecho, la cristalinidad y el carácter coloidal del sólido precipitado también será diferente.

El color y el aspecto del sólido precipitado es muy similar al de los sulfuros e hidróxidos de los metales presentes y en el mismo existen 0,88 mol de azufre por cada mol de níquel. Esta relación molar está cercana a la teórica en el sulfuro de níquel (II) que es de 1:1.

Al considerar las condiciones en que ocurre la formación de este sólido, su composición y el hecho de que los sulfuros de estos metales son más insolubles que sus correspondientes hidróxidos (Buriel *et. al.*, 1979), podemos afirmar que la fase sólida obtenida es fundamentalmente una mezcla de sulfuros metálicos, siendo el sulfuro de níquel (II) su principal representante. Lo señalado no descarta la formación de otras fases metálicas minoritarias como lo son hidróxidos y carbonatos.

Al analizar la influencia de la V_{C1/A.Cooler} en el proceso en estudio, hay que tener presente el porcentaje de metales precipitados, fundamentalmente níquel, y el pH de la fase líquida resultante.

A partir de las tablas 1 y 2 se puede determinar el porcentaje de níquel precipitado a diferentes V_{C1/A.Cooler}. En la Figura 1 se ilustra este comportamiento.

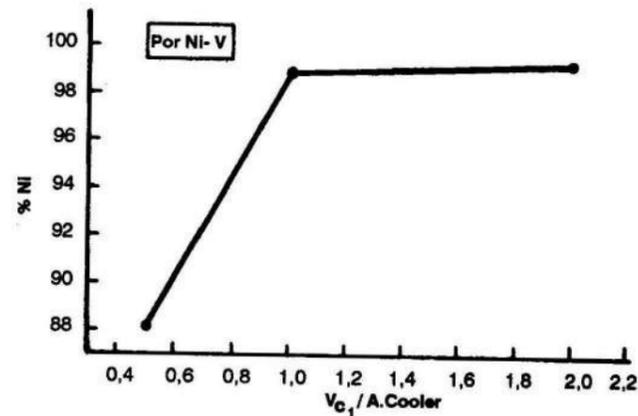
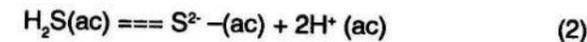


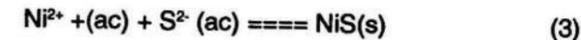
FIGURA 1. Por ciento en masa de níquel precipitado a diferentes V_{C1/A.Cooler}

Al analizar la Figura 1 y la Tabla 2 se observa que al aumentar el valor de la V_{C1/A.Cooler} aumenta el porcentaje de níquel precipitado y el valor del pH de la disolución resultante.

El aumento del valor de la V_{C1/A.Cooler} implica un incremento en el volumen del licor C1, siendo esto último la causa del incremento del pH de la disolución resultante. Este aumento de pH provoca una disminución en la concentración de los iones H⁺, favoreciendo así la disociación del H₂S presente en el Agua del Cooler, según principios del equilibrio químico.



La disociación del H₂S favorece la formación de (NH₄)₂S y de hecho incrementa la concentración del ion S²⁻ en disolución, lo cual permite precipitar una mayor cantidad de níquel en forma de sulfuro. La ecuación iónica de este proceso se ofrece a continuación:



El análisis de los resultados obtenidos sugiere que la relación volumétrica igual a 1 es la que brinda las mayores posibilidades, ya que se obtienen altos contenidos de níquel precipitado y un valor de pH de la disolución resultante cercano a 7 unidades (neutro). De igual modo esta relación se acomoda a los gastos industriales de estos licores que están en el orden de 4 000 m³/día para cada uno.

Al considerar estos gastos industriales y que con la relación volumétrica igual a 1 se logra precipitar el 98,9 % del níquel disuelto, se puede estimar las toneladas que se obtendrían de este metal; este valor está en el orden de las 31,9 ton de níquel mensualmente.

Tratamiento con zeolita

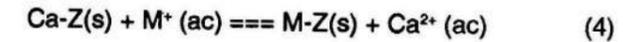
Al tratar con el mineral zeolita la disolución resultante del tratamiento del licor C1 con Agua del Cooler para la relación V_{C1/A.Cooler} igual a 1, se observa una disminución considerable en el contenido de metales en disolu-

ción. La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos hasta los 95 minutos de tratamiento.

TABLA 3. Contenido de iones metálicos en disolución luego del tratamiento con la clinoptilolita natural

Sust.	Ni	Co	Cu	Zn	Fe	Mn	Mg	Ca
ρ(x) mg/L	0,47	0	0	0,15	0,1	0,03	8	14,54

Al comparar los resultados de las tablas 2 y 3 se observa que, con excepción del calcio, la concentración del resto de los metales disminuye. Este hecho se explica por la ocurrencia de un intercambio iónico entre los iones metálicos en disolución (M²⁺) y los iones naturales de la clinoptilolita (Z), fundamentalmente Ca²⁺, según muestra la ecuación 4:



De esta forma los metales son retenidos en la clinoptilolita y el calcio pasa a disolución, incrementándose su concentración en esta.

La disolución (eluato) final así obtenida está en mejores condiciones de encontrar empleo a nivel industrial. Particularizando en el caso del níquel, representamos en la Figura 2 la variación en el tiempo de su concentración relativa, observándose que sobre los 95 minutos se produce la ruptura de su retención en la clinoptilolita, logrando retener en esta el 31,7 % del níquel disuelto en el correspondiente volumen de disolución tratado. La elución de este níquel retenido se logró tratando la zeolita con LF (ver Figura 3).

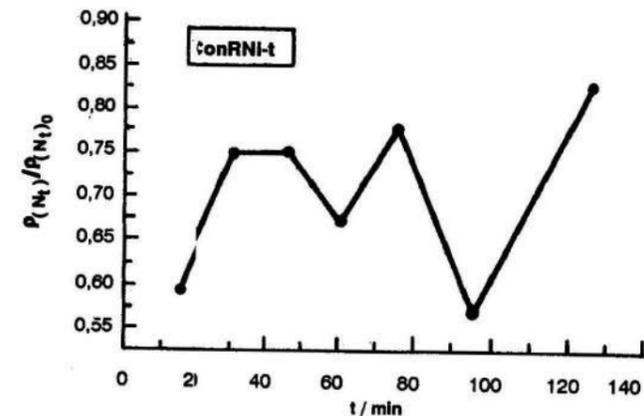


FIGURA 2. Variación de la concentración relativa del níquel en disolución vs el tiempo.

Según la figura 3, al aumentar el tiempo de tratamiento se incrementa la concentración de níquel en el LF. La explicación a este hecho está en que el níquel retenido en la zeolita se intercambia con los iones amonio presentes en el LF, de esta forma el níquel pasa al LF y los iones amonio son retenidos en la zeolita. Con anterioridad Rodríguez Fuentes (1987) demuestra esta posibilidad de eluir el níquel de la zeolita con Licor Fresco; en

sus estudios empleó la zeolita natural del yacimiento Tasajera.

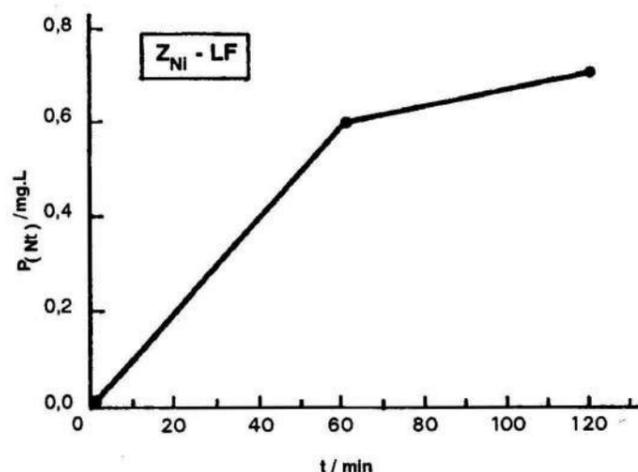


FIGURA 3. Comportamiento de la elución del níquel en la zeolita con LF.

Sobre esta base es posible recuperar y reincorporar más níquel aún al proceso industrial, logrando eluir el 16,2 % del níquel retenido en la zeolita por cada 120 mL de LF empleado.

CONCLUSIONES

1. Al tratar el Licor C1 con el Agua del Cooler se produce la neutralización de estos y la precipitación de los metales presentes, disminuyendo considerablemente el contenido de las especies químicas en disolución.
2. La fase sólida precipitada es fundamentalmente una mezcla de sulfuros metálicos, siendo el sulfuro de níquel (II) su principal representante.

3. La relación volumétrica Licor C1/Agua del Cooler igual a 1 permite obtener los mejores resultados integralmente, logrando precipitar y recuperar así el 98,4 % del níquel presente en los licores iniciales.
4. El empleo del mineral zeolita, luego de la precipitación, permite disminuir aún más el contenido de níquel y otros metales en la fase líquida, al ser retenidos estos metales en este mineral.
5. El níquel retenido en la zeolita puede ser eluido con LF, lo cual permite incrementar aún más el porcentaje de níquel recuperado.
6. El tratamiento integral descrito permite aprovechar estos residuos industriales y disminuye su alto carácter nocivo para el ecosistema, adecuando el pH y contenido de sustancias disueltas a valores cercanos a los admisibles para su expulsión o uso.
7. La variante de tratamiento expuesta constituye una alternativa para el tratamiento del Licor C1, sustituyendo al NH_4HS por el residual Agua del Cooler.

BIBLIOGRAFÍA

- BURRIEL, F. et. al.: *Química analítica cuantitativa*, 10 ed., Madrid, 1978.
- KASAVIN, J.: *Separación de níquel y cobalto por el método de separación de sulfuros en las disoluciones carbonato amoniacales*, Reporte de investigación no. 518, Empresa Ernesto Che Guevara, 1970.
- RIZO, R. et. al.: *Informe sobre los trabajos de exploración orientativa y detallada 1:2 000 del yacimiento de zeolitas Caimanes*, Fondo Geológico, Ciudad de La Habana, 1990.
- RODRÍGUEZ FUENTES, G.: *Propiedades físico-químicas y aplicaciones industriales de la clinoptilolita natural*, Tesis doctoral, Universidad de la Habana, 1987.
- SARDUY, C.; L. GONZÁLEZ y A. CHANG: *Estudio de la purificación de los sulfuros de níquel más cobalto*, Informe de investigación, ISMM, Moa, 1988.

Cromitas del norte de Holguín. Estado actual de las investigaciones

Ing. Emilio Leyva Ramírez
Lic. Oscar Figueredo Stable
Ing. Agustín Guerra Quintas
Ing. Jesús Ortiz Bárcenas
Lic. Jesús E. Rodríguez García

Centro de Investigaciones Siderúrgicas de Nicaro

RESUMEN: Se revisan las investigaciones realizadas sobre cromitas cubanas con el objetivo de utilizar éstas como materia prima de carga en la producción de ferrocromo de alto carbono. La fusión de la cromita refractaria con serpentina níquelífera como fundente permite obtener una ferroaleación en la que la deficiencia de cromo se suple con un 3-5 % de níquel. La fusión de cromita metalúrgica y/o briquetas de concentrados de finos de cromita extraídos de las colas de la fábrica de Nicaro proporciona un ferrocromo con un 52-60 % de cromo y un 6,4-7 % de carbono. La producción de esta ferroaleación en nuestro país es factible desde el punto de vista técnico.

ABSTRACT: A revision of the investigations about cuban chromites is done with the aim to use it as raw material of charge in the production of ferrochromium of high carbon. Mixing refractory chromites with nickeliferous serpentine as fusing gives us the possibility to obtain a ferroalloy that advance the deficiency of Cr with a 3-5 % of Ni. The fusion of metallurgical chromites with concentrate briquettes of thin extracted chromite of the tailing of Nicaro factory gives a ferrochromium with 52-60 % of Cr and 6,4-7 % of C.

Los minerales de cromo tienen tres usos fundamentales: metalúrgico, refractario y químico, con un cuarto menor uso en fundición como arena de moldeo. Convencionalmente la cromita metalúrgica tiene un contenido de Cr_2O_3 de 45-56 %, con una relación Cr/Fe de 2,5 a 4,3. Las menas de grado químico poseen un contenido medio de Cr_2O_3 mayor o igual a 44 %, relación Cr/Fe cercana a 1,5 y SiO_2 por debajo de 3,5 %. Tradicionalmente han sido denominados minerales de cromo de grado refractario, aquellos que poseen de un 30 a un 40 % de Cr_2O_3 , relación Cr/Fe de 2,0 a 2,5 con un contenido de hierro total relativamente bajo (FeO menor de un 15 %).

Los yacimientos magmáticos más importantes de Cuba están constituidos por cromoespinelas asociadas a la banda de rocas intrusivas ultrabásicas serpentinizadas y se ubican en la unidad tectónica anticlinal oriental y en la unidad tectónica de Camagüey.

El macizo Mayarí-Baracoa, que forma parte de la unidad tectónica anticlinal oriental, se extiende cubriendo un área de 150 km de largo y 30 km de ancho. Dentro de este macizo se destacan las regiones minerales siguientes:

Mayarí-Nicaró: posee 50 yacimientos y manifestaciones, en él se localizan los mayores cuerpos de cromita metalúrgica (Casimba, Caracol, Juanita, La Estrella de Mayarí, Nueva Caledonia, etcétera).

Sagua de Tánamo: con 50 yacimientos y manifestaciones, donde se localizan yacimientos más pequeños de cromitas metalúrgicas (Albertina, Demajagua, Caridad).

Moa-Baracoa: en esta región existen más de 100 yacimientos y manifestaciones. Se localizan las cromitas refractarias Merceditas-Yarey, Cayo Guam, Cromita, Delta, Cantarrana, Potosí, entre otras (Quesada, 1981).

En los últimos años el Centro de Investigaciones Siderúrgicas (CIS) ha desarrollado una tecnología para la extracción de la cromoespinela contenida en las colas de la fábrica de níquel de Nicaro. Este trabajo aborda la posibilidad de producir ferrocromo de carga a partir de cromitas nacionales y a la vez mostrar los resultados alcanzados que señalan el camino para el desarrollo de las ferroaleaciones en nuestro país.

Trabajos realizados

La producción de acero inoxidable está indisolublemente ligada al empleo del cromo como elemento aleante básico. Hasta principios de la década del 70 el acero inoxidable se producía básicamente en hornos de arco eléctrico empleando ferrocromo de bajo carbono. A partir de esta fecha y motivado por el desarrollo alcanzado por las tecnologías de aceración inoxidable AOD, VOD y KLU se empieza a sustituir el ferrocromo de bajo carbono por el de alto horno.

La materia prima fundamental para la producción de aleaciones base cromo es la cromita. Con el agotamiento de las reservas de cromita metalúrgica a nivel mundial, ha surgido la necesidad de utilizar cromitas con menor concentración de Cr_2O_3 y menor relación Cr/Fe, obteniéndose, para algunos concentrados de baja ley, ferrocromo con un 52 % de cromo denominado ferrocromo de carga.

La ciudad
del níquel

LE OFRECE
LA POSIBILIDAD
QUE Ud. ESPERA