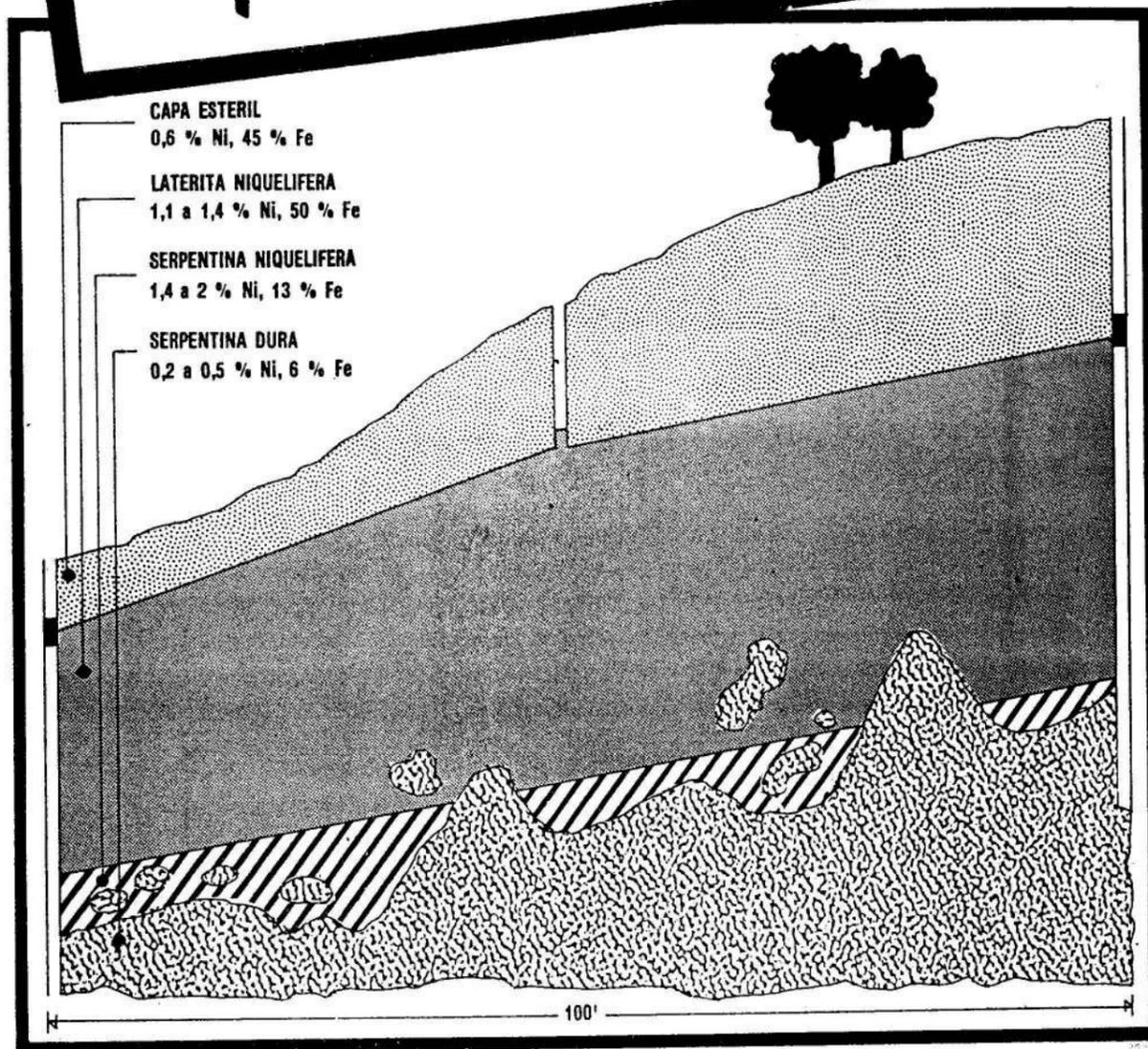


Nuestro tesoro natural
puede llegar a ti



CUBANIQUEL



DETERMINACION DE FLUJOS EN EFLUENTES EN LA CANALIZACION K2 DE LA EMPRESA NIQUELERA ERNESTO GUEVARA CON UTILIZACION DE TRAZADORES RADIACTIVOS

Lic. Alberto Hernández
Lic. Jorge Miranda López
Lic. Julio César Suárez
Lic. Otoniel Fernández

Centro de Investigaciones de la Laterita, Empresa inversionista Las Camariocas

RESUMEN:

En este trabajo se exponen los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para la determinación de flujos en efluentes de la planta de calcinación y de las torres de enfriamiento de la empresa Ernesto Guevara, que se vertían al medio ambiente por una canalización abierta (K2), permitiendo cuantificar el flujo Q (m³/s) por el método de disolución continua utilizando como trazador radiactivo el I.

ABSTRACT:

This work is a brief exposition of results obtained in the test by determination of the flows of waste waters of the roasting and cooling tower at Ernesto Guevara nickel plant through remains (K2) permitting to estimate the flow Q (m³/s) in open channel by the continuous dilution method with I radioactive tracer.

Este trabajo es el resultado de dos campañas realizadas para determinar el flujo de efluentes líquidos en la canalización abierta K2 del área industrial de la empresa Comandante Ernesto Guevara, localizada en la ciudad de Moa.

Las aplicaciones consistieron en inyectar una solución radioactiva en un punto determinado de la canalización y monitorearla antes de su vertimiento al medio ambiente, con el objetivo de cuantificar el flujo Q (m³/s), por el método de dilución continua del trazador.

El radioisótopo utilizado fue el ¹³¹I, de tiempo de vida media $T_{1/2} = 8,07$ días, con actividad aproximada de 10 mCi. Para detectar el paso de la nube radiactiva se utilizaron dos radiómetros portátiles con una sonda de centelleo gamma dotada de cristal de yoduro de sodio con talio, NaI(Tl), de dos pulgadas de diámetro.

Las mediciones arrojaron un valor medio del flujo $Q = 185,51 + 23$ m³/h.

Metodología utilizada para determinar los flujos

Considerando un tramo cualquiera en un canal abierto con sección transversal constante, por donde circulan los efluentes con un flujo Q (m³/s) en régimen permanente, definiremos dos secciones: una de entrada y una de salida.

En la sección de entrada se inyecta una solución radioactiva, en forma continua, con un flujo q (m³/s) y actividad específica A (μCi/cm³) durante un determinado intervalo de tiempo; se inicia el monitoreo de la señal de salida por medio de un sistema de detección de radiación, con la finalidad de definir el instante a partir del cual, los valores de las concentraciones de actividades toman un valor aproximadamente constante.

En ambos casos, el flujo del canal fue calculado usando una ecuación de continuidad para la masa del trazador que entra en el sistema por unidad de tiempo, y se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$qC_0 = (Q + q) C \quad (1)$$

Como el flujo de inyección es mucho menor que el flujo del canal Q , se considera, para efectos prácticos, que $Q + q = Q$.

Siendo así:

$$qC_0 = QC \quad (2)$$

$$Q = \frac{qC_0}{C} \quad (3)$$

donde:

C_0 : concentración de la solución radioactiva durante la inyección (μCi/cm³);

C : concentración del trazador durante la detección (μCi/cm³).

Se obtiene el conteo N_p (cpm) correspondiente a un factor de dilución del patrón:

$$r = \frac{a_1 \cdot a_2 \dots a_n}{V_1 \cdot V_2 \dots V_n} \quad (4)$$

donde:

$a_1, a_2 \dots a_n$: alícuotas retiradas de las disoluciones;
 $V_1, V_2 \dots V_n$: volúmenes de las disoluciones.

Bajo estas consideraciones la ecuación (3) puede ser escrita de la siguiente forma:

$$Q = q \frac{(N_p - BG) r}{(Nm - BG)} \quad (5)$$

donde:

Q : flujo del canal (mL/cm);
 q : flujo de inyección del trazador (mL/cm);
 N_p : conteos por minuto del patrón (cpm);
 Nm : conteos por minuto de las mediciones en el canal (cpm);
 BG : radiación de fondo o "background" (cpm);
 r : razón de dilución del patrón.

Equipamiento y método

Durante los experimentos se montaron y utilizaron dos sistemas de detección, uno con el objetivo de determinar el momento a partir del cual se produce la constancia de la concentración del radio-trazador en el canal y otro para determinar dicha concentración en una instalación con geometría fija.

El sistema utilizado para determinar la constancia de la concentración está integrado por dos módulos, compuestos cada uno por un detector de radiaciones del tipo centelleante NaI(Tl) de 2 x 2 pulgadas (TESLA, Checoslovaquia), 20 m de cable coaxial, un radiómetro RUST-3 (POLON, Polonia) y un registrador gráfico SERGOVOR SE-110 (METRAWATT, Austria), colocándose los detectores a una distancia de 20 m uno del otro. Se estableció el alto voltaje y demás parámetros de forma tal que se pudiera seguir durante toda la prueba la evolución de la actividad del canal.

El sistema para la medición de la actividad con geometría fija está compuesto, por un recipiente cilíndrico de acero con capacidad de 10 L y tapa con soporte para el detector de centelleo que es introducido dentro del líquido. Detector similar a los anteriores, fuente de alto voltaje y preamplificador del módulo ICS-106 NUCLEOTRONIC y como equipo de conteo un radiómetro monocanal RM-4, el cual se usó en modo integral con un umbral de discriminación previamente calibrado para el ^{131}I .

Dispositivo utilizado para inyectar la solución radiactiva

Por tratarse de una instalación a cielo abierto, o sea, sometido a la presión atmosférica, la operación de inyección es la más simple posible porque se tiene acceso directo a los puntos de entrada de los efluentes.

El inyector consiste en un frasco de Mariotte que permite operar con flujos constantes en el rango de 10 a 20 cm³/s. En el extremo de succión se coloca un recipiente para la solución radiactiva, con capacidad de 20 L.

MÉTODOS

Elección del radioisótopo utilizado para determinar los flujos

Teniendo como base los trabajos y resultados obtenidos anteriormente, incluso en otras áreas, se escogió como trazador el ^{131}I en forma de KI.

El ^{131}I es un radioisótopo que emite radiación gamma, producido en un reactor nuclear y suministrado por la corporación NORDION, su tiempo de vida media de 8,07 días es muy conveniente para los propósitos de este trabajo. En cuanto a las actividades del trazador, deben tener intensidades suficientemente altas como para ser detectadas en las secciones de salida de los efluentes, canales y galerías donde se quieren determinar los flujos.

Para el desarrollo de estas actividades es necesario tener pleno conocimiento práctico y teórico del fenómeno físico en cuestión y principalmente las normas de protección radiológica.

En cada prueba se utilizó cerca de 10 mC de ^{131}I .

Procedimientos para la inyección de solución radiactiva y la instalación del sistema de detección

Inyección de solución radiactiva

Las soluciones radiactivas ^{131}IK , en solución acuosa, contenidas en frascos de penicilina, con actividades y volúmenes conocidos, fueron debidamente acondicionados en blindajes de plomo y sometidas a monitoreo, de acuerdo con las normas de protección radiológica.

Por estar en solución acuosa, cada una de las aplicaciones fue realizada abriendo simplemente los blindajes, diluyéndose el contenido en el frasco de inyección inicialmente con 20 L de agua y finalmente vertiéndose con flujo de $q = 10 - 20 \text{ cm}^3/\text{s}$.

Durante las operaciones de manejo del material radiactivo se tomaron las medidas de precaución debidas. Fueron utilizadas pinzas, guantes, monitoreo de radiación y blindajes de plomo. Todos los objetos contaminados fueron convenientemente acondicionados en recipientes plásticos para su posterior descontaminación.

Instalación de los sistemas de detección

Se utilizaron tres sistemas de detección, dos para definir el instante a partir del cual se debe iniciar la colecta de muestras de agua del canal y otro para cuantificar la concentración de trazadores en términos de conteos por minuto.

Los dos primeros sistemas llevan sondas gamma posicionadas a una altura aproximadamente de 10 mm de la corriente de agua; por otro lado se instaló la sonda del tercer sistema a una geometría fija de mediciones con diámetro y altura de 300 mm aproximadamente.

La ventaja principal de la geometría fija para las mediciones es que, en estas condiciones, se independiza de la forma geométrica de la sección de salida

del canal, difícilmente reproducible en el terreno mismo o en el laboratorio durante las operaciones de calibración de la sonda centelleante gamma.

Los espectrómetros fueron instalados siempre próximos a las sondas, de modo que el control de las mismas pueda realizarse simultáneamente con la colección de las muestras de agua.

RESULTADOS

De los resultados obtenidos se pudo comprobar la grave afectación que se hacía al medio ambiente, así como, las pérdidas económicas de la Empresa por concepto de níquel y cobalto.

Posterior a este trabajo la Empresa Comandante Ernesto Guevara realizó una inversión para solucionar esta situación, consistente en la desviación de los efluentes hacia un sedimentador en desuso existente en la planta de secaderos, donde se sedimenta el sólido en suspensión (constituido principalmente por carbonato básico de níquel), el cual se recircula al proceso y el líquido de reboso se trata con hidrosulfuro de amonio para precipitar el níquel disuelto en el mismo, luego el efluente se envía a la presa de colas,

lográndose recuperar el 85 % aproximadamente del níquel que antes se vertía.

La metodología empleada permite determinar flujos con un gran nivel de precisión del orden de 0,5 % en buenas condiciones de trabajo (flujo constante, actividad inyectada razonablemente alta, etc.), además nos ofrece una información relacionada con las condiciones existentes en el instante de la medición.

El grupo de Aplicaciones de Técnicas Nucleares del Centro de Investigaciones de la Laterita puede realizar muchas aplicaciones de trazadores radiactivos en estudios hidrológicos, sobre todo para determinar tiempos medios de residencia en procesos industriales y en lagunas de estabilización de efluentes, marcando volúmenes que varían desde 100 m de agentes químicos en reactores industriales hasta 60 000 m de efluentes en lagunas.

El método presentado puede utilizarse para medir flujos en canalizaciones abiertas y en aquellos casos donde el calor de flujo puede usarse para el cálculo de pérdidas o para el balance de materiales, además existe un método similar para determinar flujo en tuberías cerradas (ver Tabla 1, Figura 1).

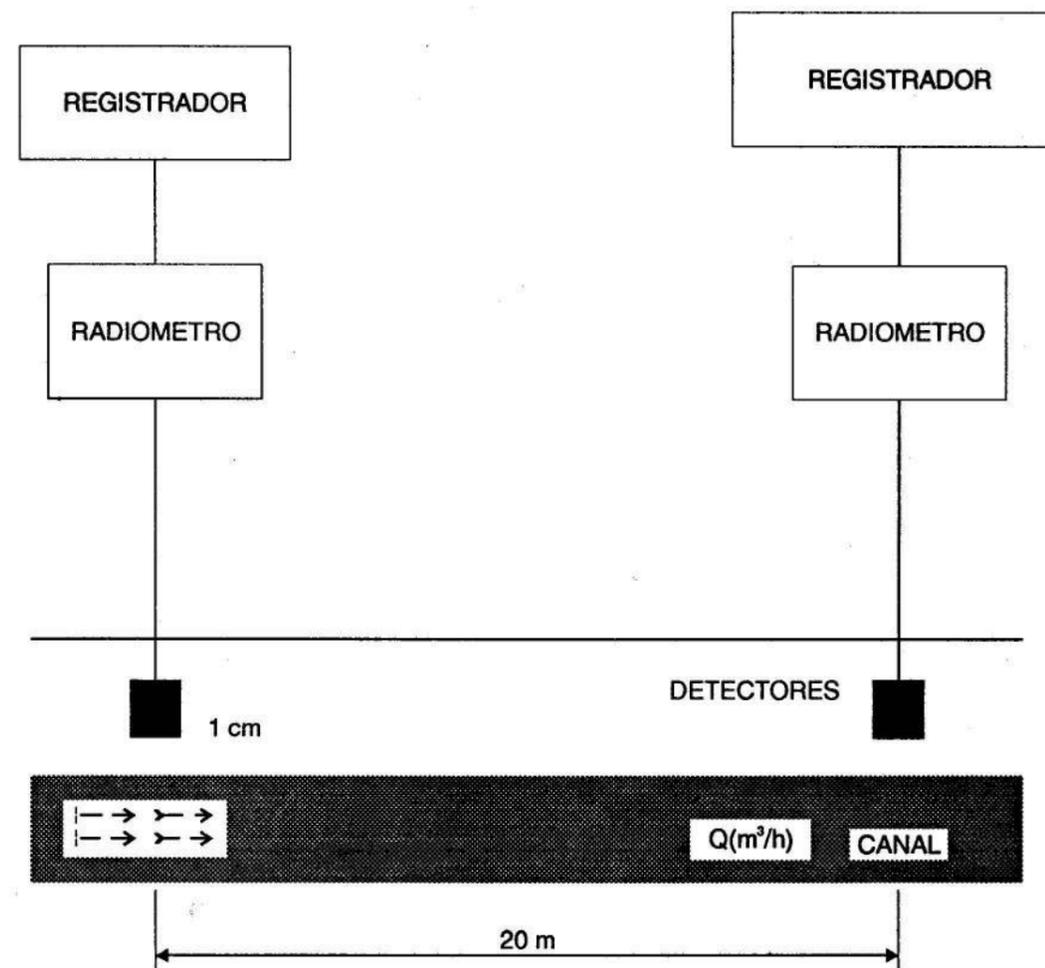


FIGURA 1. Diagrama del montaje experimental para la determinación de flujo

TABLA 1.

Flujo medio (m ³ /h)	Níquel (g/L)	Cobalto (g/L)	Amoníaco (g/L)	pH	Temperatura
185,51	0,161	0,0014	0,523	7,89	50,8

BIBLIOGRAFIA

GRIFPIN, M.J.: *Información requerida para trabajos con radioisotopos en la industria*, ICINAZ, La Habana, 1986.
Guidebook on radioisotope tracers in industry, IAEA, Viena, Austria, 1990.
 ROCCA, H.C.: *Determinación de los flujos en galerías de la compañía siderúrgica nacional con la utilización de trazador radiactivo*, IPEN, Sao Paulo, Brasil, 1992.
 SEEIMANN-EGGEBERT, W.: *Tabla de Núclidos*, Instituto de Radioquímica, Alemania, 1981.

ecimetal
 EMPRESA COMERCIAL PARA LA
 INDUSTRIA METALURGICA Y
 METAL- MECANICA

LE OFRECE LA POSIBILIDAD
 QUE Ud. ESPERA.

Dedicada a la atención de las ramas del desarrollo metal-mecánico y geológico-minero; ECIMETAL es una institución que brinda sus servicios en la realización de proyectos, estudios, suministros de equipos y materiales, así como asistencia técnica para la instalación de plantas industriales, líneas tecnológicas, completamiento de plantas y entrenamiento de personal.

Empresa ECIMETAL: La Habana, Cuba, Apto. 6124, Telex 51 1555

EVALUACION EXPERIMENTAL DEL PROCESO DE SEPARACION DE NIQUEL Y COBALTO

Dr. Antonio F. Muñoz Moner
 Ing. Angel O. Columbié Navarro
 Ing. Daniel Guzmán del Río

Departamento de Electromecánica, Instituto Superior Minero Metalúrgico, Las Coloradas 83320, Moa, Holguín

RESUMEN:

Se muestran los resultados más significativos de las corridas experimentales realizadas para definir el criterio de calidad del control automático.

ABSTRACT:

In this study of the process of cobalt separation are shown the most significant results of the experimental races carried out in order to define the criterion of quality of the automatic control.

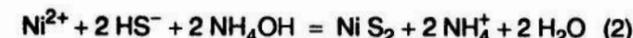
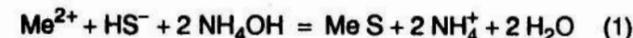
Las investigaciones experimentales del proceso de separación de níquel y cobalto a partir de una solución carbonato amoniacal se realizaron en una instalación experimental, equipada especialmente para el estudio de la influencia de las variaciones de los principales factores tecnológicos (gastos de reactivo y semilla) sobre la cinética del proceso de precipitación de los sulfuros de níquel y cobalto, la selectividad de la precipitación del cobalto (relación de níquel y cobalto en solución) y el grado de extracción.

El análisis de los resultados experimentales permitió establecer las principales regularidades del proceso de separación del cobalto y pronosticar, además, las perspectivas tecnológicas.

Estudio de la cinética de precipitación selectiva de los sulfuros de cobalto de las soluciones carbonato amoniacales

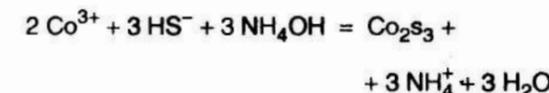
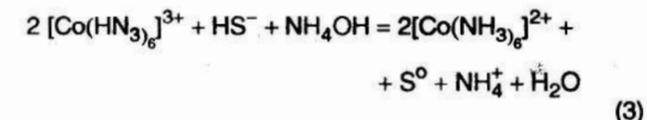
La esencia del estudio de la cinética de precipitación selectiva de los sulfuros de cobalto consiste en la determinación de la velocidad de formación de la fase sólida de sulfuro de cobalto CoS con el menor contenido de NiS de las soluciones carbonato amoniacales que contienen níquel. En estas soluciones la relación de concentración es de 40/1:50/1, según datos industriales. A partir de la teoría de la precipitación de metales en forma de sulfuros, puede decirse que la separación de los sulfuros poco solubles de cobalto está relacionada fuertemente con la composición de la solución y, en particular, depende de su pH. El valor del pH de las soluciones industriales se mantiene constante e igual a 10. Para un pH entre 9 y 11 existen preferentemente los iones HS⁻.

La reacción de separación de los sulfuros de níquel y cobalto de las soluciones carbonato amoniacales tienen la siguiente forma:



El cobalto está presente en forma de CoS, de estructura hexagonal.

Además de las reacciones señaladas anteriormente, durante el proceso ocurren las siguientes:



El cobalto precipita de las soluciones carbonato amoniacales en mayor grado en comparación con el níquel. Esto se deduce a partir de la magnitud del producto de la solubilidad de los sulfuros de níquel y cobalto en medio acuoso.

$$L_{NiS} = [Ni^{2+}][S^{2-}] = 1 \cdot 10^{-21}$$

$$L_{CoS} = [Co^{2+}][S^{2-}] = 1,8 \cdot 10^{-22} \quad (4)$$

$$L_{Co_2S_3} = [Co^{3+}][S^{2-}]^3 = 1,2 \cdot 10^{-126}$$

En medio amoniacal es necesario considerar la constante de inestabilidad de los complejos:

$$\frac{[Ni(NH_3)_6]^{2+}}{[Co(NH_3)_6]^{2+}} = \frac{K_2 L_{NiS}}{K_1 L_{CoS}} = 2,4 \cdot 10^4 \quad (5)$$

Por eso, en solución se queda una gran parte del níquel; el cobalto trivalente forma complejos amoniacales del tipo [Co(NH₃)₆]³⁺, entonces:

$$\frac{[Ni(NH_3)_6]^{2+}}{[Co(NH_3)_6]^{3+}} = \frac{K_2 L_{NiS}}{K_1 L_{CoS}} = 1,4 \cdot 10^{78} \quad (6)$$

El valor obtenido muestra que en medio amoniacal, en presencia de iones bivalentes y trivalentes de cobalto y níquel ocurre la reacción (3). En las Figuras 1 y 2 se muestran las características cinéticas, la