

## VI. C O N C L U S I O N

Analizando los elementos de transición d cercanos al Fe como Co, Ti V, Cr, los cuales forman iones  $M^{3+}$ , se observa que el radio atómico permanece aproximadamente constante al aumentar el número atómico, a pesar de que hay un aumento significativo en la carga nuclear; la relación carga-masa se hace cada vez mayor y por tanto su fuerza ácida también aumenta de acuerdo a la teoría de Lewis y al combinarse con el agua que en este caso actuará como base presentarán reacciones de hidrólisis produciendo mayor concentración de iones  $H^+$  que la del agua pura; las constantes de hidrólisis a  $25^{\circ}C$  para estos iones calculados a partir de percloratos y con  $M = 1.0$  son:  $K$  del  $Ti^{3+} = 1.0 \times 10^{-2}$  moles/litro;  $K$  del  $V^{3+} = 2 \times 10^{-3}$  moles/litro;  $K$  del  $Cr^{3+} = 1.1 \times 10^{-4}$  moles/litro;  $K$  del Fe =  $1.66 \times 10^{-3}$  moles/litro;  $K$  del  $Co^{3+} = 1.35 \times 10^{-2}$ . Comparando el valor obtenido para  $K$  del  $Fe^{3+} = 8.67 \times 10^{-1}$  moles/litro medida como sulfato puede apreciarse una gran diferencia lo que da a entender que en medio de ácido sulfúrico su hidrólisis es mayor; sin embargo su valor es muy próximo al del  $K$  del  $Mn^{3+} = 8.8 \times 10^{-1}$  moles/litro cuya estructura como ión rodeado de 6 moléculas de agua es muy similar, para el  $Mn^{3+}$  es  $T_{2g}^3 E_g$  y para el  $Fe^{3+}$  es  $T_{2g}^3 E_g^2$ ; esto hace pensar que puede tener un comportamiento de hidrólisis semejante (25).

Se considera que solo se presenta el primer equilibrio de hidrólisis debido a que en los estudios realizados anteriormente se ha llegado a la conclusión de que para concentraciones de hierro menores de  $10^{-3}$  M no se forman iones complejos o esferas de coordinación (19).

La espontaneidad de esta reacción de hidrólisis a  $25^{\circ}\text{C}$  puede conocerse a partir del cambio de energía libre  $\Delta G$  de acuerdo a la ecuación de Van't Hoff que relaciona  $\Delta G$  con la constante de equilibrio.

$$\Delta G^{\circ} = -2,303 RT \log K$$

donde:

$$R = 1,987 \text{ cal/mol } ^{\circ}\text{K}$$

$$T = 298,15^{\circ}\text{K}$$

$$K = 8,67 \times 10^{-1} \text{ mol/litro.}$$

$$\Delta G^{\circ} = 84,6 \text{ cal (1 at, } 25^{\circ}\text{C)}$$

Este resultado muestra cómo a esas condiciones la reacción no es espontánea. Luego en el proceso, ocurre a expensas de otras reacciones espontáneas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir que si en el proceso hidrometalúrgico el producto deseado es el cobre, es preciso evitar las contaminaciones de hierro III por tanto las soluciones tratadas deben ser fuertemente ácidas, con un pH menor de 2,10 para poder garantizar que no se forma el  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  precipita simultáneamente con el cobre.

Es necesario estudiar además otras reacciones que se presentan en el proceso y los efectos de temperatura para poder obtener conclusiones definitivas.