

Integración de Índices Normalizados con Diagramas Eh–pH

Esta tabla integra índices de normalización geoquímica con el comportamiento Eh–pH de elementos potencialmente peligrosos en contextos ambientales. El objetivo es interpretar movilidad, fijación y riesgo ambiental a partir de procesos geoquímicos, no solo concentraciones.

Elemento	Índice normalizado	Dominio Eh–pH clave	Interpretación ambiental
As	As/(Ca+Na)	Eh alto, pH neutro–alcalino	Alta movilidad de As(V); dispersión regional
Hg	Hg/(Ca+Mg)	Eh bajo a medio	Hg ⁰ /Hg ²⁺ móvil; halo difuso
Cd	Cd/Zn	Eh alto, pH bajo	Movilidad elevada; posible contaminación activa
Se	Se/SO ₄	Eh alto	Se(VI) móvil; oxidación de sulfuros
Li	Li/Na	Eh indiferente, pH neutro	Aporte profundo o geotermal
U	U/(Ca+Mg)	Eh alto	U(VI) muy móvil; transporte
P	P/Ca	Eh variable, pH neutro	Aporte antropogénico vs natural
Pb	Pb/Al	Eh bajo	Fijación en partículas; baja movilidad
Cu	Cu/(Ca+Na)	Eh alto	Cu ²⁺ móvil; dispersión
Zn	Zn/Ca	Eh alto, pH bajo	Alta solubilidad y transporte
Ni	Ni/Mg	Eh alto	Movilidad moderada; fuente máfica o antrópica
Sb	Sb/As	Eh medio	Halo distal; baja toxicidad directa
Cr	Cr/Fe	Eh alto	Cr(VI) móvil; riesgo elevado
Co	Co/Fe	Eh alto	Movilidad limitada por óxidos
Tl	Tl/K	Eh bajo	Alta toxicidad; asociación con sulfuros
Fe	Fe/Mn	Eh bajo	Condiciones reductoras
Mn	Mn/Fe	Eh alto	Oxidación reciente
Ca	Ca/(Na+K)	Eh indiferente	Disolución carbonatada
Mg	Mg/Ca	Eh indiferente	Control dolomítico
Al	Al/Si	Eh bajo	Aporte particulado

Nota técnica: Los dominios Eh–pH son esquemáticos. La interpretación debe apoyarse en mediciones de campo, litología, hidrología y control QA/QC. Los índices son comparativos, no umbrales regulatorios.