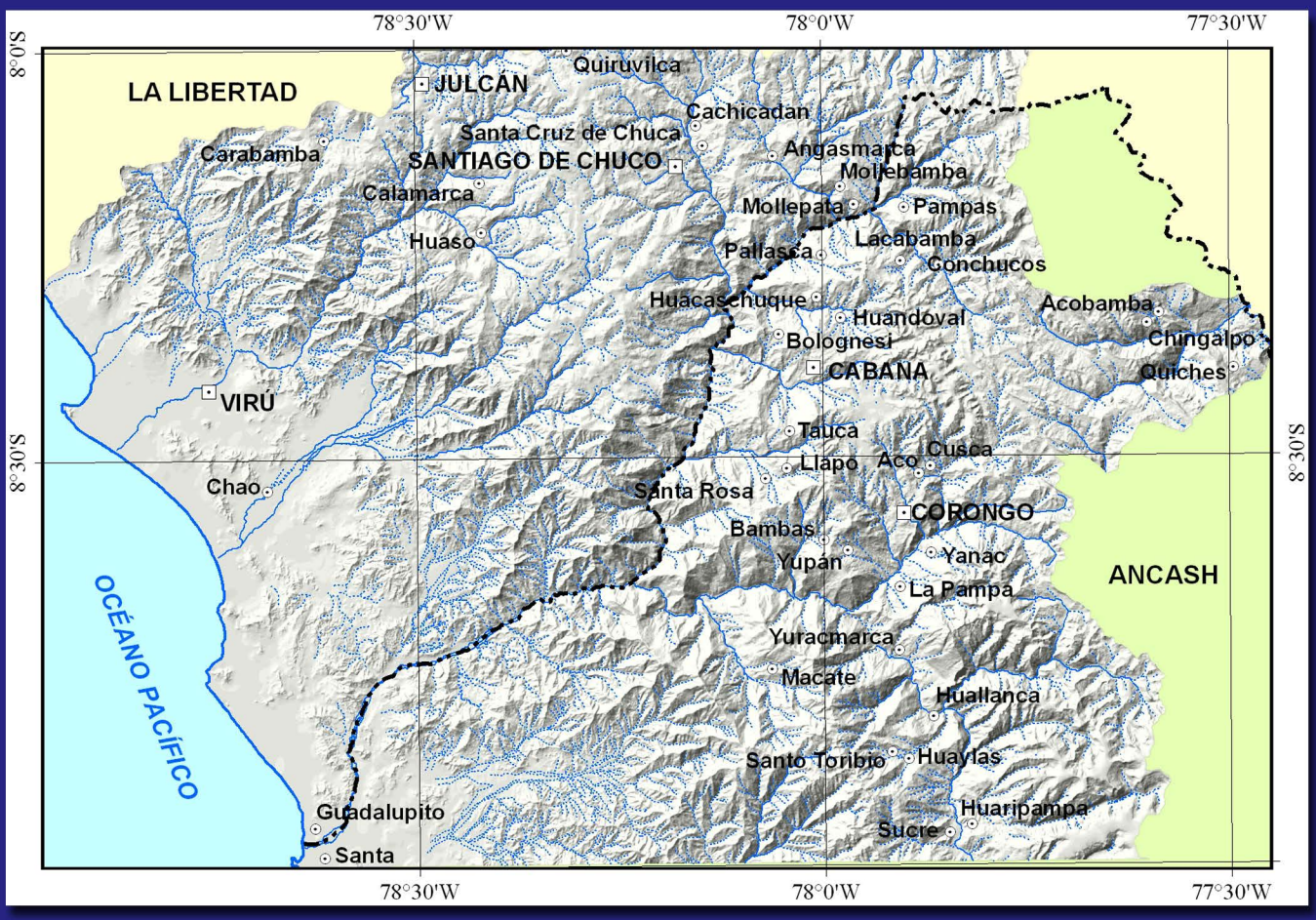
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada entre los Paralelos 8° - 9° Sur

(Cuencas de la Vertiente Pacífica)

Boletín N° 21 Serie B
Geología Económica



Por:

Jorge Chira Fernández
Michael Valencia Muñoz
Dennis Chero Inoquio
Luis Vargas Rodríguez
Hismael Rodríguez Illachura
Ronald Vásquez Oliva

INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

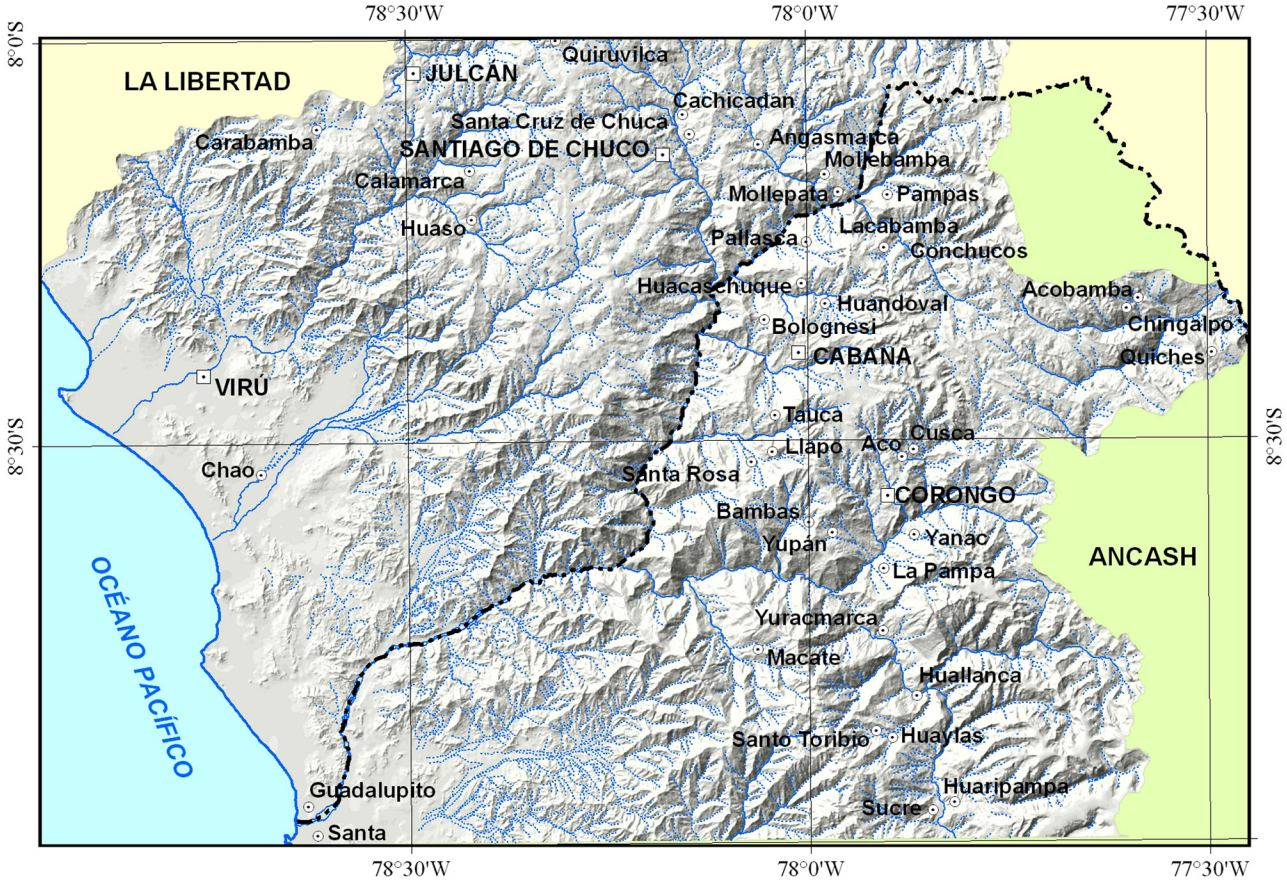
Institución Geológica y Minera al Servicio del País

Lima-Perú
2009

Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada entre los Paralelos 8° - 9° Sur

(Cuencas de la Vertiente Pacífica)

Boletín N° 21 Serie B
Geología Económica



Por:

Jorge Chira Fernández
Michael Valencia Muñoz
Dennis Chero Inoquio
Luis Vargas Rodríguez
Hismael Rodríguez Illachura
Ronald Vásquez Oliva

INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

Institución Geológica y Minera al Servicio del País

Lima-Perú
2009

GEOLOGÍA ECONÓMICA
N° 21, Serie B, 2009.

Hecho el Depósito Legal N° 2010-00345
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú
Primera Edición, INGEMMET 2010
Se terminó de imprimir el 15 de enero del año 2010 en los talleres de INGEMMET.

© **INGEMMET**
Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Walter Casquino Rey
Secretario General: Juan Retamozo Belsuzarri

Comité Editor: Lionel Fídel,Víctor Carlotto,Humberto Chirif, Yorri Carrasco

Unidad encargada de edición: Unidad de Relaciones Institucionales.

Correción Geocientífica:
Digitalización y SIG: Renato Chero, Hismael Rodríguez, Ronald Vásquez, Charly Palomino
Corrección gramatical y de estilo: Glenda Escajadillo
Diagramación: Sonia Bermúdez

Referencia bibliográfica
Chira, J.; Chero, R.; Rodríguez, H.; Valencia, M.; Vargas, L. & Vásquez, R. (2009) - Prospección geoquímica regional de sedimentos de quebrada entre los paralelos 8°-9° sur (cuencas de la vertiente pacífica). *INGEMMET*, Boletín, Serie B: Geología Económica, 21, 158 p.

9 mapas escala 1:200 000.

Portada: Ubicación del Área de Estudio.

Contenido

RESUMEN..... 1

INTRODUCCIÓN..... 3

CAPÍTULO I

GENERALIDADES..... 5

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA REGIONAL 13

CAPÍTULO III

ASPECOS METALOGÉNETICOS..... 25

CAPÍTULO IV

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA REGIONAL..... 37

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 107

BIBLIOGRAFÍA..... 109

ANEXOS..... 111

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas escala: 1: 200 000

Mapa 1 Mapa de ubicación de muestras de sedimentos
Mapa 2 Mapa de ubicación de anomalías geoquímicas
Mapa 3 Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población sedimentarios clásticos del Jurásico
Mapa 4 Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población sedimentarios silicoclásticos del Cretácico inferior
Mapa 5 Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población sedimentarios carbonatados del Cretácico
Mapa 6 Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población volcánicos del Paleógeno-Neógeno. Asociación: Au, Cu, Zn, Ag, Mo, W, Ni.
Mapa 7 Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población volcánica del Paleógeno-Neógeno. Asociación: As, Sb, Cd, Pb, In, Te.
Mapa 8. Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno.
Mapa 9. Mapa de muestras anómalas y su intensidad. Población intrusivos del Neógeno

Figuras

Fig.1.1 Ubicación y accesibilidad.
Fig.1.2 Climas.
Fig.1.3 Unidades fisiográficas.
Fig.1.4 Cuencas hidrográficas.
Fig. 2.1 Mapa geológico generalizado
Fig. 2.2 Columna estratigráfica generalizada.
Fig. 3.1 Unidades metalogenéticas.
Fig. 4.1 pH en aguas
Fig. 4.2 Conductividad eléctrica en aguas.
Fig. 4.3 TDS en aguas.
Fig. 4.4 Gráfico de sedimentación- sedimentarios clásticos jurásicos.
Fig. 4.5 Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios jurásicos
Fig. 4.6 Gráfico de sedimentación - sedimentarios clásticos Cretácicos
Fig. 4.7 Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios clásticos Cretácicos
Fig. 4.8 Gráfico de componentes 2 y 3 – Sedimentarios clásticos Cretácicos
Fig. 4.9 Gráfico de sedimentación - sedimentarios carbonatados Cretácicos
Fig. 4.10 Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios carbonatados Cretácicos
Fig. 4.11 Gráfico de componentes 2 y 3 – Sedimentarios carbonatados Cretácicos
Fig. 4.12 Gráfico de sedimentación - volcánicos paleógeno-neógenos
Fig. 4.13 Gráfico de componentes 1 y 2 – Volcánicos paleógeno-neógenos
Fig. 4.14 Gráfico de componentes 2 y 3 – Volcánicos paleógeno-neógenos
Fig. 4.15 Gráfico de sedimentación - intrusivos Cretácico-paleógenos
Fig. 4.16 Gráfico de componentes 1 y 2 – Intrusivos Cretácico-paleógenos
Fig. 4.17 Gráfico de componentes 2 y 3 – Intrusivos Cretácico-paleógenos
Fig. 4.18 Gráfico de sedimentación - intrusivos neógenos
Fig. 4.19 Gráfico de componentes 1 y 2 – Intrusivos neógenos
Fig. 4.20 Gráfico de componentes 2 y 3 – Intrusivos neógenos
Fig. 4.21 Dendograma de sedimentarios clásticos del Jurásico
Fig. 4.22 Dendograma de sedimentarios clásticos del Cretácico
Fig. 4.23 Dendograma de sedimentarios carbonatados del Cretácico
Fig. 4.24 Dendograma de volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.25 Dendograma de intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.26 Dendograma de intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.27 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Fig. 4.28 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.29 Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.30 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.31 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.32 Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.33 Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.34 Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.35 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.36 Gráfica de cajas y bigotes de teluro en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.37 Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.38 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios clásticos del Jurásico.
Fig. 4.39 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.40 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.41 Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.42 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.43 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.44 Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.45 Gráfica de cajas y bigotes de litio en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.46 Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.47 Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.48 Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.49 Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.50 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.51 Gráfica de cajas y bigotes de teluro en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.52 Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.53 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios del Cretácico inferior.
Fig. 4.54 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.55 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.56 Gráfica de cajas y bigotes de berilo en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.57 Gráfica de cajas y bigotes de cesio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.58 Gráfica de cajas y bigotes de cobalto en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.59 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.60 Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.61 Gráfica de cajas y bigotes de litio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.62 Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.63 Gráfica de cajas y bigotes de níquel en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.64 Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.65 Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.66 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.67 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.
Fig. 4.68 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.69 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.70 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.71 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.72 Gráfica de cajas y bigotes de indio en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.73 Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.74 Gráfica de cajas y bigotes de níquel en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.75 Gráfica de cajas y bigotes de oro en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.76 Gráfica de cajas y bigotes de plata en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.77 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.78 Gráfica de cajas y bigotes de teluro en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.79 Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.80 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en volcánicos del Paleógeno- Neógeno.
Fig. 4.81 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.

Fig. 4.82 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.83 Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.84 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.85 Gráfica de cajas y bigotes de cobalto en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.86 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.87 Gráfica de cajas y bigotes de indio en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.88 Gráfica de cajas y bigotes de litio en intrusivos del Cretácicos- Paleógeno.
Fig. 4.89 Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.90 Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.91 Gráfica de cajas y bigotes de oro en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.92 Gráfica de cajas y bigotes de plata en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.93 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.94 Gráfica de cajas y bigotes de teluro en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.95 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en intrusivos del Cretácico- Paleógeno.
Fig. 4.96 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.97 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.98 Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.99 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.100 Gráfica de cajas y bigotes de cobre en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.101 Gráfica de cajas y bigotes de estaño en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.102 Gráfica de cajas y bigotes de indio en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.103 Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.104 Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.105 Gráfica de cajas y bigotes de oro en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.106 Gráfica de cajas y bigotes de plata en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.107 Gráfica de cajas y bigotes de plomo en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.108 Gráfica de cajas y bigotes de teluro en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.109 Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.110 Gráfica de cajas y bigotes de zinc en intrusivos del Neógeno.
Fig. 4.111 Gráfica de cajas y bigotes de antimonio
Fig. 4.112 Gráfica de cajas y bigotes de arsénico
Fig. 4.113 Gráfica de cajas y bigotes de berilo
Fig. 4.114 Gráfica de cajas y bigotes de bismuto
Fig. 4.115 Gráfica de cajas y bigotes de cadmio
Fig. 4.116 Gráfica de cajas y bigotes de cesio
Fig. 4.117 Gráfica de cajas y bigotes de cobalto
Fig. 4.118 Gráfica de cajas y bigotes de cobre
Fig. 4.119 Gráfica de cajas y bigotes de estaño
Fig. 4.120 Gráfica de cajas y bigotes de indio
Fig. 4.121 Gráfica de cajas y bigotes de litio
Fig. 4.122 Gráfica de cajas y bigotes de manganeso
Fig. 4.123 Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno
Fig. 4.124 Gráfica de cajas y bigotes de níquel
Fig. 4.125 Gráfica de cajas y bigotes de oro
Fig. 4.126 Gráfica de cajas y bigotes de plata
Fig. 4.127 Gráfica de cajas y bigotes de plomo
Fig. 4.128 Gráfica de cajas y bigotes de teluro
Fig. 4.129 Gráfica de cajas y bigotes de wolframio
Fig. 4.130 Gráfica de cajas y bigotes de zinc

Cuadros

Cuadro 4.1 Límites de detección de los 53 elementos analizados
Cuadro 4.2 Poblaciones estadísticas y unidades geológicas que las conforman

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas

ANEXOS

Figuras

Fig. F1. Mapa isovalórico de antimonio
Fig. F2. Mapa isovalórico de arsénico
Fig. F3. Mapa isovalórico de berilo
Fig. F4. Mapa isovalórico de bismuto
Fig. F5. Mapa isovalórico de cadmio
Fig. F6. Mapa isovalórico de cesio
Fig. F7. Mapa isovalórico de cobalto
Fig. F8. Mapa isovalórico de cobre
Fig. F9. Mapa isovalórico de estaño
Fig. F10. Mapa isovalórico de indio
Fig. F11. Mapa isovalórico de litio
Fig. F12. Mapa isovalórico de manganeso
Fig. F13. Mapa isovalórico de molibdeno
Fig. F14. Mapa isovalórico de níquel
Fig. F15. Mapa isovalórico de oro
Fig. F16. Mapa isovalórico de plata
Fig. F17. Mapa isovalórico de plomo
Fig. F18. Mapa isovalórico de teluro
Fig. F19. Mapa isovalórico de wolframio
Fig. F20. Mapa isovalórico de zinc

Cuadros

Cuadro C1. Varianza total explicada - Sedimentarios clásticos jurásicos
Cuadro C2 Parámetros de precisión en muestras de sedimentos activos de quebrada (Zinc)
Cuadro C3. Parámetros de precisión en muestras de sedimentos activos de quebrada (Vanadio).
Cuadro C4. Contenido de cobre en muestras «Estándar».
Cuadro C5. Contenido de níquel en muestras «Estándar».
Cuadro C6. Contenido de zinc en muestras «Estándar».
Cuadro C7. Contenido de elementos traza en muestras «Blanco».
Cuadro C8. Varianza total explicada - Sedimentarios clásticos jurásicos
Cuadro C9. Varianza total explicada - Sedimentarios clásticos Cretácicos
Cuadro C10. Varianza total explicada - Sedimentarios carbonatados Cretácicos
Cuadro C11. Varianza total explicada - Volcánicos paleógeno-neógenos
Cuadro C12. Varianza total explicada - Intrusivos Cretácicos-paleógenos
Cuadro C13. Varianza total explicada - Intrusivos neógenos
Cuadro C14. Parámetros estadísticos - Población 1 (sedimentarios clásticos jurásicos)
Cuadro C15. Parámetros estadísticos - Población 2 (sedimentarios clásticos Cretácicos)
Cuadro C16. Parámetros estadísticos - Población 3 (sedimentarios carbonatados Cretácicos)
Cuadro C17. Parámetros estadísticos - Población 4 (volcánicos paleógeno-neógenos)
Cuadro C18. Parámetros estadísticos - Población 5 (intrusivos Cretácico-paleógenos)
Cuadro C19. Parámetros estadísticos - Población 6 (intrusivos neógenos)
Cuadro C20. Matriz de correlaciones- Población 1 (sedimentarios clásticos jurásicos)
Cuadro C21. Matriz de correlaciones - Población 2 (sedimentarios clásticos Cretácicos)
Cuadro C22. Matriz de correlaciones - Población 3 (sedimentarios carbonatados Cretácicos)
Cuadro C23. Matriz de correlaciones - Población 4 (volcánicos paleógeno-neógenos)
Cuadro C24. Matriz de correlaciones - Población 5 (intrusivos Cretácico-paleógenos)
Cuadro C25. Matriz de correlaciones - Población 6 (intrusivos neógenos)

RESUMEN

En el año 2007 se desarrollaron trabajos de prospección geoquímica regional en las cuencas hidrográficas de la vertiente pacífica, ubicadas entre las latitudes 8º00' y 9º00' sur. Estos trabajos consistieron en la recolección de 912 muestras de sedimentos activos de quebrada.

El área en cuestión comprende parte de las regiones de Ancash y La Libertad, y abarca superficialmente 12 169 km^2, en los que se emplazan tres unidades fisiográficas: llanura costanera, cordillera Occidental y estribaciones andinas. Las cotas varían desde el nivel del mar hasta por encima de 6 600 msnm. Las cuencas en las que se tomaron muestras fueron las de Santa, Virú, Chao, Lacramarca y Nepeña.

En el área se distribuyen unidades geológicas que van desde el Jurásico hasta los depósitos recientes, como son las formaciones Chicama, Oyón, el grupo Goyllarizquisga, las formaciones Casma, Pariahuanca, Chúlec, Pariatambo, Jumasha, Celendín, Chota, Huaylas, el grupo Calipuy y los depósitos cuaternarios. Asimismo, se observan rocas intrusivas pertenecientes al batolito de la Costa y al de la Cordillera Blanca.

Importantes recursos minerales tanto de oro como de polimetálicos se emplazan en una faja de 40 a 75 km de ancho. Están relacionados principalmente a los volcánicos Calipuy y también a rocas sedimentarias mesozoicas intruidas por cuerpos subvolcánicos. Se han definido siete franjas metalogenéticas que involucran tanto depósitos epitermales como de tipo skarn; además se mencionan las zonas de alteración existentes. Otro recurso importante es el carbón, el cual es explotado desde hace varias décadas.

Las muestras recolectadas han sido pretamizadas con malla de 30 micras, luego tamizadas en malla de 200 micras y posteriormente analizadas por 53 elementos por los métodos espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo ICP-MS (previo ataque de agua regia) y ensayo al fuego-absorción atómica. El control de calidad implicó la inserción de 103 muestras de control, esto es, 33 estándares, 35 blancos y 35 duplicados, los cuales permitieron establecer los niveles de exactitud, contaminación y precisión de los datos utilizados en el presente estudio.

Antes del procesamiento estadístico, las muestras fueron agrupadas en seis poblaciones de acuerdo al criterio litológico y cronológico de las unidades fuente de dichos sedimentos que son: sedimentarios jurásicos, sedimentarios clásticos, sedimentarios carbonatados Cretácicos, volcánicos paleógeno-neógenos, intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno e intrusivos del Neógeno.

El procesamiento estadístico consistió en aplicar el procedimiento multivarial (análisis de componentes principales y de cluster) a fin de determinar las asociaciones de elementos que destacan en cada población estadística, para lo cual se contaba con los resultados de las correlaciones bivariales. Una vez identificadas dichas asociaciones se procedió a efectuar la estadística univarial de los elementos involucrados, con el fin de determinar los niveles de fondo y umbrales que caracterizan a cada población, así como para determinar los valores anómalos. Para el caso de distribuciones lognormales, como ocurre en la mayor parte de los casos, el umbral se calculó según la fórmula en base a la media más dos veces la desviación estándar, en tanto que para distribuciones erráticas el umbral se estimó según el percentil 95.

Asimismo, se realizó una comparación de los niveles de abundancia de cada elemento en las seis poblaciones estadísticas, lo que permite establecer distinciones, dado que en algunos casos como el antimonio, bismuto, cobre, estaño, litio, manganeso o vanadio, estos niveles son distintivos de los ambientes geológicos involucrados.

Las intensidades de cada anomalía se establecieron con base en el umbral geoquímico, por lo que se registraron anomalías débiles (hasta dos veces el umbral), moderadas (dos a tres veces el umbral), fuertes (tres a cuatro veces el umbral) y muy fuertes (más de cuatro veces el umbral).

Se obtuvo 306 anomalías geoquímicas por los distintos elementos traza seleccionados, 178 de las cuales son de oro (de diversa intensidad) y de asociaciones polimetálicas (de intensidad por lo menos moderada).

Por último, se registraron las asociaciones anómalas resultantes en cada ambiente geológico, las cuales identifican tanto las ocurrencias mineras conocidas como las anomalías que deben investigarse a escala local.

PÁGINA EN BLANCO

INTRODUCCIÓN

El programa de prospección geoquímica regional que lleva a cabo INGEMMET desde el año 2000 tiene como objetivo principal obtener información de campo que permita la elaboración del Atlas geoquímico del Perú, y en el año 2007 ha cubierto las cuencas de la vertiente pacífica situadas entre las latitudes 8º y 9º sur.

Durante los trabajos sistemáticos se recolectaron 912 muestras de sedimento activo de corriente, tanto en cursos con escorrentía superficial como secos. Dichas muestras fueron analizadas por 53 elementos con los métodos ICP-MS (digestión en agua regia) y ensayo al fuego-absorción atómica.

De acuerdo a las unidades geológicas aflorantes en el área en cuestión, las muestras fueron agrupadas en seis unidades mayores, las cuales son tratadas como «poblaciones» en el procesamiento estadístico. Estas poblaciones son: sedimentarios clásticos del Jurásico, sedimentarios clásticos del Cretácico inferior, sedimentarios carbonatados del Cretácico y Volcánicos del Paleógeno-Neógeno, intrusivos del Cretácico superior – Paleógeno e intrusivos del Neógeno.

El procesamiento estadístico consiste en un tratamiento univarial, bivarial y multivarial, mediante el cual se determinan los parámetros que llevan por un lado a definir los valores de fondo y umbrales geoquímicos y, por otro, a determinar las correlaciones y agrupaciones entre variables o elementos químicos.

La caracterización de las tendencias de distribución estadística de cada elemento, ya sea lognormal o errática, permite calcular o estimar los umbrales geoquímicos para cada caso, con lo que se identificarán los valores anómalos. Con respecto a los valores de fondo, hay algunos elementos químicos que tendrán niveles distintivos para cada ambiente geológico, lo que permitirá caracterizar a estos.

Una vez determinadas las anomalías geoquímicas, estas son caracterizadas de acuerdo al contraste a partir del umbral, lo cual se grafica en los mapas elaborados para cada unidad geológica regional (o población estadística).

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

UBICACIÓN

La zona de estudio se localiza en la parte central del Perú, entre las regiones de Ancash y La Libertad, limitada por los paralelos 8°00" y 9°00" de latitud Sur, que corresponden a las cartas nacionales de Salaverry (17f), Santiago de Chuco (17g), Pallasca (17h), Santa (18f), Santa Rosa (18g) y Corongo (18h). Comprende aproximadamente un área superficial de 12 169 km^2.

La carretera Panamericana Norte es el acceso principal desde Lima hacia la zona de trabajo, siendo el área más favorable el valle del Santa, con carretera asfaltada en la mayor parte de su curso; de ella se derivan ramales importantes como los que llegan a los pueblos de Huallanca, Corongo y Sihuas. En el sector norte, desde Trujillo se llega a las provincias de Quiruvilca, Santiago de Chuco y Huamachuco, desde las cuales se toman diferentes rutas mediante carreteras afirmadas, trochas carrozables y en gran mayoría caminos de herradura, que llevan a las distintas localidades donde se realizó esta investigación (Fig. 1.1).

CLIMA

El clima está influenciado por la ubicación natural y la altitud (Fig. 1.2), y varía desde templado cálido, subtropical (en el litoral costeño), hasta el clima polar en las áreas de los nevados y glaciares de la cordillera Blanca.

La temperatura media anual varía desde 24 °C hasta niveles inferiores a 0 °C. Entre estos dos climas extremos se identificaron cuatro niveles climáticos: templado-cálido, templado-frío, boreal y subpolar alpino. Las temperaturas entre 1 700 y 2 900 msnm varían desde 12 a 22 °C; entre 3 000 y 3 800 msnm el clima es templado-frío, con temperaturas medias que varían desde 10 hasta 18 °C; en la época invernal la temperatura desciende hasta 0 °C. En estos dos pisos climáticos están localizados los centros urbanos más importantes de la región y los más densamente poblados. El clima boreal caracteriza a la puna o páramo (3 800 a 4 800 msnm), donde solo es posible el pastoreo de ovinos y camélidos y con temperatura media anual que fluctúa entre 6 y 10 °C, predominando temperaturas invernales prolongadas de 0 °C.

A partir de 4 800 hasta 5 000 msnm el relieve es muy accidentado y se observa solo la presencia de bosques residuales. Corresponde a este piso altitudinal el clima subpolar alpino, con temperaturas medias anuales que varían de 1 a 5 °C y niveles extremos de frigidez.

FISIOGRAFÍA

En el área de estudio se reconocen tres unidades fisiográficas en dos regiones geográficas: costa y sierra (Fig. 1.3).

Llanura costanera

Comprenden altitudes que oscilan entre 0 – 500 metros de altura. Es llana, extensa, desértica, arenosa y estéril, se interrumpe entre los valles que cruzan los ríos Lacramarca, Santa, Chao, Virú, Samanco, Casma y Huarmey.

Cordillera Occidental

Conserva su eje con dirección NO-SE, presenta fuertes disecciones así como montañas de plegamientos formados en el Mesozoico-Cenozoico. Presenta además fallas y elongamiento de intrusivos con rumbo noroeste. La altura que tiene actualmente se originó por movimientos epirogénicos hasta el Terciario tardío y Cuaternario. Las crestas de la Cordillera Negra sobrepasan en promedio los 4 000 msnm, mientras que sus cumbres más altas alcanzan altitudes cercanas a 5 000 m. Se encuentran disectadas por quebradas profundas que fluyen hacia el valle del río Santa, el cual corre paralelo a todo lo largo de la cordillera Negra.

La cordillera Blanca —constituida por un conjunto de nevados que son los más altos del Perú— abarca aproximadamente 2 000 km^2 de superficie, con altitudes que alcanzan más de 6 600 msnm. La mitad de sus cumbres están cubiertas de hielo debido al fenómeno del retroceso glacial, y se han formados varias lagunas al pie de los nevados, que dan origen a los numerosos ríos de la cuenca. La línea de cumbres de la cordillera Occidental determina la divisoria continental entre las cuencas hidrográficas del Pacífico y del Atlántico.

Estribaciones andinas

Se ubica entre los flancos de las cordilleras Occidental y Oriental, donde se forman disecciones profundas con pendientes altas como resultado de procesos erosivos y tectónicos. Estos valles tienen

altitudes que oscilan desde 500 a 3 000 msnm., con formas cóncavas tipo «V», cortando generalmente afloramientos sedimentarios y metamórficos.

El río Santa y sus tributarios cortan ampliamente la superficie de puna. Aunque sus valles principales podrían haberse profundizado hasta cierto punto por factores tectónicos, ellos son mayormente producto de la erosión. En todos los valles de la región se reconoce en la sección transversal una parte alta, ancha y abierta, y una parte inferior encañonada, las cuales son denominadas etapa valle y etapa cañon.

La cuenca del Santa incluye principalmente al Callejón de Huaylas y el curso alto del río Santa, con una parte baja del callejón localmente encañonado. La expresión típica de este cañón se manifiesta en el río Santa en el lugar denominado Cañón del Pato, aguas abajo de Huallanca. El Cañón del Pato es un impresionante accidente geográfico producido por la erosión de las torrentosas aguas del río Santa. Allí las rocas graníticas de la cordillera Negra se aproximan a menos de 5 metros de distancia. Aprovechando este accidente geográfico, el hombre ha horadado verdaderos prodigios de la ingeniería peruana y mundial como más de 35 túneles y la construcción de la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, una de las más importantes fuentes generadoras de energía eléctrica del país. La etapa valle del Santa está asociada a terrazas de erosión y terrazas de acumulación. Un ejemplo es la plataforma, aproximadamente a 2900 msnm, ubicada en el flanco occidental del Cañón del Pato.

Hidrografía

La zona de estudio es parte de la vertiente del Pacífico, nace en la cordillera Occidental y está delimitada por ella, y se alimenta de las precipitaciones pluviales estacionales y los deshielos de las partes altas (zonas con glaciación). Entre los ríos de la vertiente del Pacífico se encuentran el Santa, Virú, Chao, Lacramarca y Nepeña (Fig.1.4). Se debe mencionar también la cuenca del Alto Marañón que reúne las microcuencas de los ríos San Miguel, Llama y Sihuas, pertenecientes a la vertiente del Atlántico. Las otras cuencas de esta vertiente serán motivo de estudio el año 2008.

Cuenca del río Santa

Este río, en su curso superior y medio, separa las cordilleras Blanca y Negra, formando un valle interandino orientado de sur a norte y conocido con el nombre de Callejón de Huaylas. Tiene el caudal más regular de todos los ríos de la costa, su área de drenaje es 14 952 km^2 y la humedad es de 83 % aproximadamente. Tiene una longitud aproximada de 316 km. Su pendiente promedio es de 1,4%, sin embargo alcanza su máxima pendiente de 4% en el sector denominado Cañón del Pato. Los orígenes del Santa se encuentran en el nevado de Tuco, donde nace con el nombre de quebrada de Tuco, y penetra luego en las lagunas de Agnash y Conococha. De ésta última sale con el nombre de río Santa y lo conserva hasta su desembocadura en el Pacífico.

Cuenca del río Virú

El río Virú se encuentra en la costa norte del Perú. Su cuenca se extiende por las provincias de Virú, Julcán y Trujillo, pertenecientes al departamento de La Libertad. La cuenca es de 2 805 km^2. Su sistema hidrográfico tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas: Usgón, Brava y Negra, ubicadas en las faldas del cerro Pelón Chico, las cuales dan nacimiento al río Huacapongo. Por otro lado, las precipitaciones estacionales que caen principalmente en los cerros Los Colorados y Guitarras dan origen al río Las Salinas; a su vez, la confluencia de estos dos ríos da nacimiento al río Virú.

La longitud del cauce principal es de 89 km, con una pendiente promedio de 5%; sin embargo, en algunos sectores se hace más fuerte, especialmente en el río Pirhuay, tributario por la margen izquierda. Desde sus orígenes hasta su desembocadura en el mar, el cauce es irregular y tortuoso, siguiendo predominantemente una dirección de noreste a sudoeste.

Cuenca del río Chao

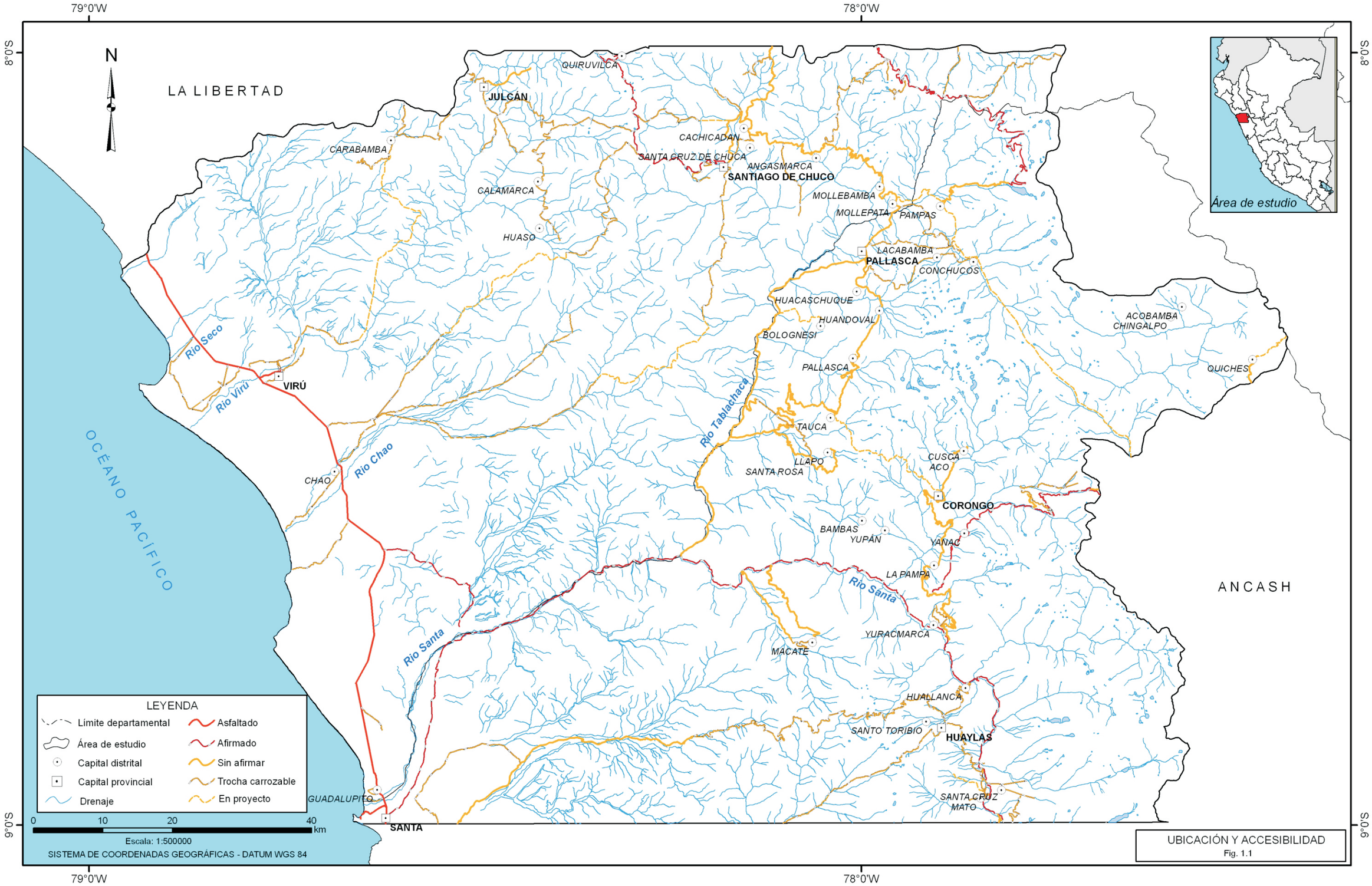
El río Chao recorre parte de las provincias de Virú, Julcán y Santiago de Chuco, pertenecientes al departamento de La Libertad, abarcando 1 558 km^2. El río Chao se forma de la unión de dos ríos principales**:** Chorobal y Huamanzaña, que se unen aguas abajo de la carretera Panamericana Norte. Tiene su origen al pie del cerro Ururupa, en las proximidades del paraje Los Toritos, aproximadamente a 4 050 msnm. El río se alimentado principalmente de las precipitaciones estaciónales en las alturas del flanco occidental de la cordillera de los Andes.

Cuenca del río Lacramarca

El río Lacramarca, que nace en la cordillera Negra y drena de este a oeste, se caracteriza por ser una pequeña hoya hidrográfica que mide aproximadamente 800 km^2, y queda en plena sombra de lluvias, por lo cual en años de abundantes precipitaciones su curso inferior se presenta seco.

Cuenca del río Nepeña

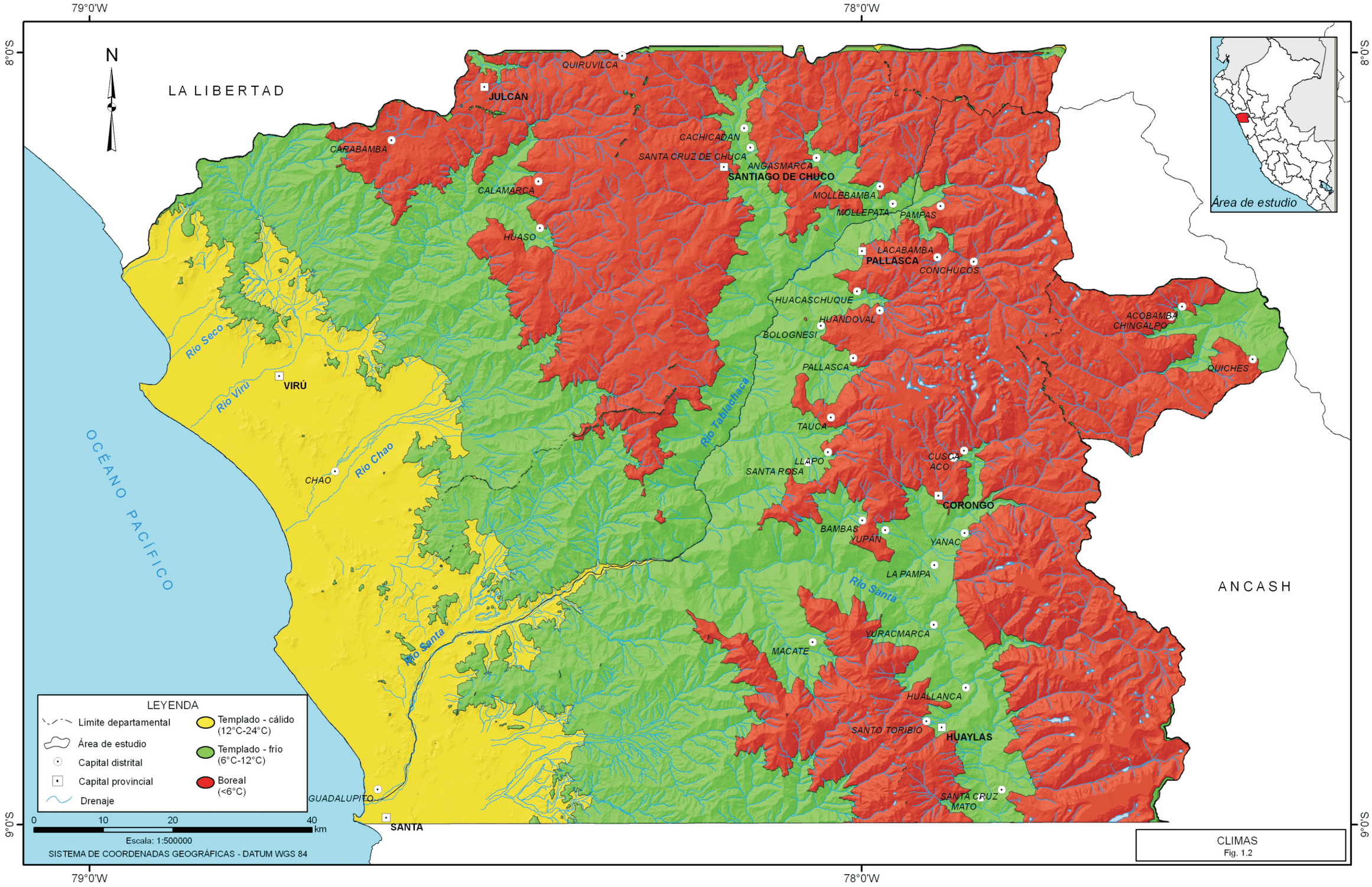
Este río nace en la laguna Chupicocha a 4 600 msnm, posee un área de drenaje de 1 900 km^2 hasta su desembocadura, con una longitud de 73,5 km y una pendiente de 22% en las partes altas (entre las lagunas Maratacocha y Colcap), mientras que aguas abajo el promedio es de 6%. Su curso es bastante sinuoso, con dirección predominante NE-SO; sin embargo, en la localidad de Huambacho adopta una dirección E-O, desembocando en el océano Pacífico.



UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

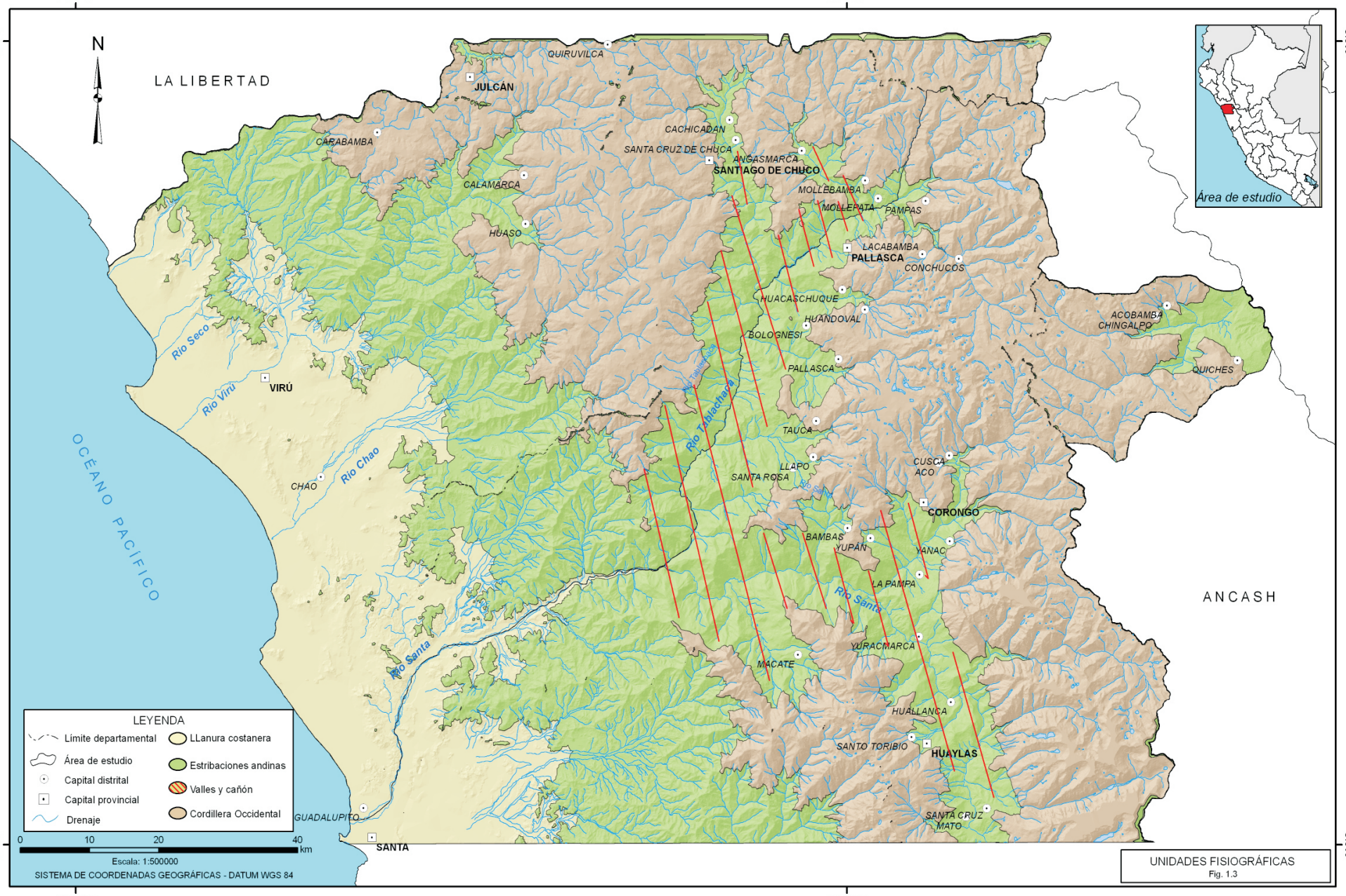
Fig. 1.1

PÁGINA EN BLANCO

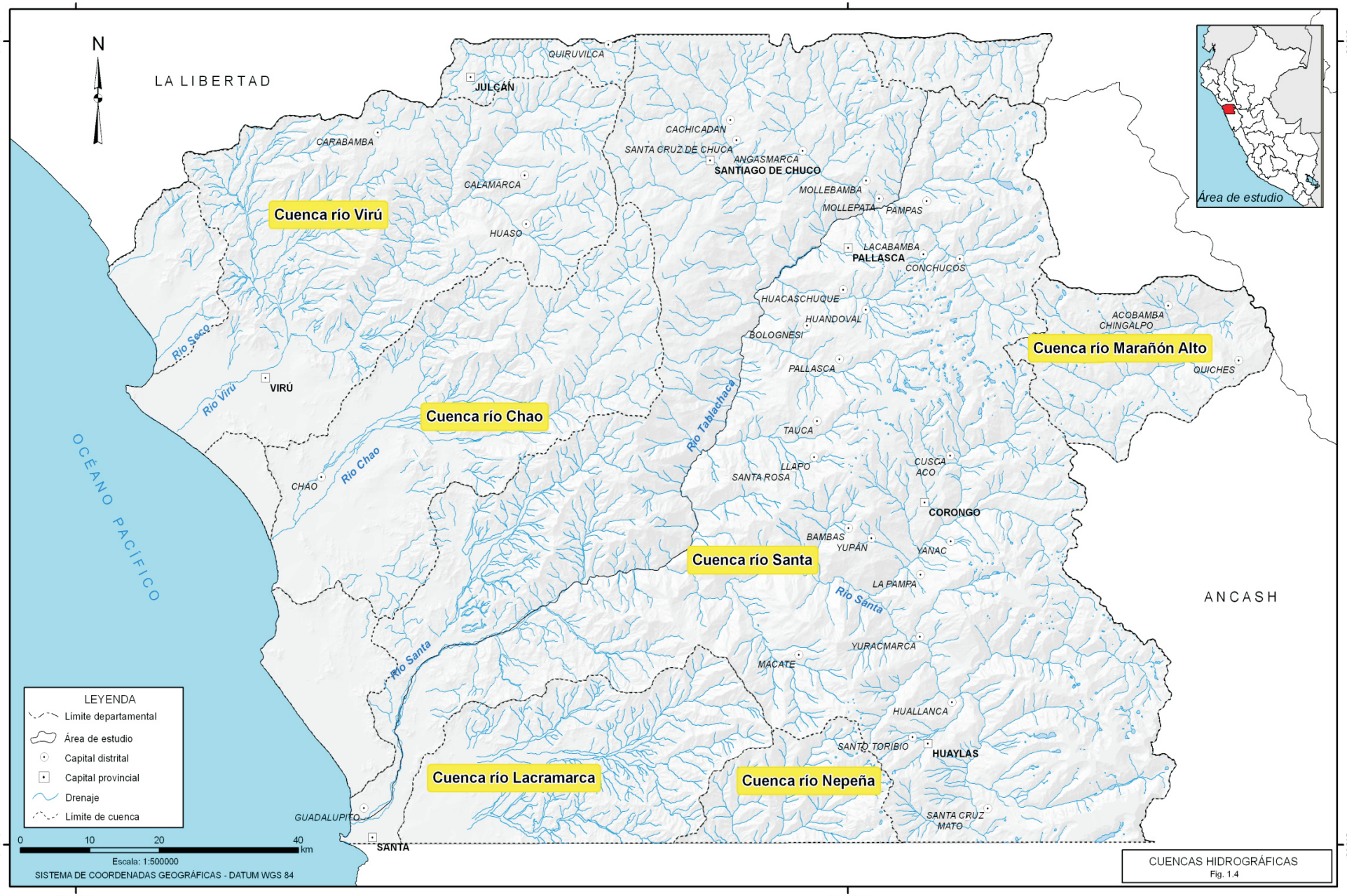


CLIMAS
Fig. 1.2

PÁGINA EN BLANCO



UNIDADES FISIOGRÁFICAS
Fig. 1.3


79°0'W
78°0'W
8°0'S
9°0'S
N
LA LIBERTAD
ANCASH
OCÉANO PACÍFICO
Área de estudio
Cuenca río Virú
Cuenca río Chao
Cuenca río Santa
Cuenca río Lacramarca
Cuenca río Nepeña
Cuenca río Marañón Alto
Río Seco
Río Virú
Río Chao
Río Tablachaca
Río Santa
JULCÁN
QUIRUVILCA
CARABAMBA
CALAMARCA
HUASO
CACHICADAN
SANTA CRUZ DE CHUCA
ANGASMARCA
SANTIAGO DE CHUCO
MOLLEBAMBA
MOLLEPATA
PAMPAS
LACABAMBA
PALLASCA
CONCHUCOS
HUACASCHUQUE
HUANDOVAL
BOLOGNESI
ACOBAMBA
CHINGALPO
QUICHES
PALLASCA
VIRÚ
TAUCA
LLAPO
SANTA ROSA
CUSCA
ACO
CORONGO
CHAO
BAMBAS
YUPÁN
YANAC
LA PAMPA
YURACMARCA
MACATE
HUALLANCA
SANTO TORIBIO
HUAYLAS
GUADALUPITO
SANTA
SANTA CRUZ
MATO
LEYENDA
Límite departamental
Área de estudio
Capital distrital
Capital provincial
Drenaje
Límite de cuenca
0
10
20
40
km
Escala: 1:500000
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS - DATUM WGS 84
CUENCAS HIDROGRÁFICAS
Fig. 1.4

CAPÍTULO II
GEOLOGÍA REGIONAL

ESTRATIGRAFÍA

En la Figura 2.1 se observa el mapa litológico generalizado que tiene como base la Carta Geológica Nacional y sus actualizaciones, el cual se aproxima a las poblaciones estadísticas en las que se ha dividido el conjunto de datos. El criterio de separación está determinado en función del carácter litológico y la edad de las unidades que han aportado los sedimentos.

La columna estratigráfica general del área de trabajo se presenta en la Figura 2.2. A continuación se sintetiza la geología del área de estudio que comprende desde el Jurásico hasta el Cuaternario.

Mesozoico

Sedimentarios jurásicos

· Formación Chicama
Aflora en los cuadrángulos de Pallasca y Corongo, en el sector septentrional y central del cuadrángulo de Salaverry y en el borde oriental de la hoja de Santa.

Signada por Sttapenbeck (1929), consiste de una gruesa serie sedimentaria compuesta principalmente de lutitas bien laminadas y de aspecto pizarroso, de color gris oscuro a negro y ocasionales intercalaciones de horizontes de areniscas de color pardo y marrón, cuarcitas claras y limolitas gris parduscas por intemperismo. Se estima que las lutitas pizarrosas constituyen el 80% de la litología de la formación que contiene algunos horizontes fosilíferos.

La formación Chicama es discordante a las formaciones más antiguas e infrayace en discordancia paralela a la formación Oyón.

Debido al contenido de especies de los Ammonites *Perisphinctes*, *Berriasella* y *Aspidoceras*, Wilson (1967) la atribuyó al Titoniano. Se correlaciona con el grupo Yura del sur del Perú.

Volcánicos y sedimentarios cretácicos

· Formación Oyón
Aflora en forma de fajas en los cuadrángulos de Pallasca y Corongo con dirección NO-SE. Esta formación consiste de areniscas gris a gris oscuras de grano fino a medio, intercaladas con limoarcillitas y limolitas gris oscuras. En su parte inferior presenta estratificación delgada, con laminación fina, ondulada y paralela. En su parte media, niveles limoarcilliticos con capas de areniscas y limolitas. En la parte superior, predominan las areniscas y limolitas carbonosas, con intercalaciones de limoarcillitas carbonosas.

En su límite inferior esta formación sobreyace concordantemente a la formación Chicama (Titoniano) y en su limite superior infrayace a la formación Chimú (Valanginiano), definidas por la aparición de areniscas cuarzosas; esta posición estratigráfica indica que pertenece al Neocomiano inferior.

GRUPO GOYLLARIZQUISGA

· Formación Chimú
En la región aflora en los cuadrángulos de Pallasca, Corongo, Santiago de Chuco y Santa Rosa. La formación Chimú representa los horizontes inferiores del Cretácico. Originalmente fue descrita por Stappenbeck (1929) en la región del Alto Chicama bajo la denominación de «cuarcitas del Weldiano», posteriormente Benavides (1956) le dio la categoría de formación.

Litológicamente se compone de cuarcitas de color blanco a gris claro, raras veces oscuras y con tonalidades rojizas por meteorización; contiene intercalaciones de areniscas y lutitas pizarrosas de estratificación delgada, con colores generalmente oscuros; también presenta mantos lenticulares de carbón (antracita), cuyos espesores varían desde pocos centímetros hasta un máximo de 3 m.

El grosor es variable, entre 150-400 m, y esencialmente comprende dos miembros: el inferior, que consiste de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillitas, y el miembro superior que está compuesto de capas macizas de cuarcitas blanco grisáceas, con escasas capas de arcillitas.

Se le asigna una edad del Valanginiano inferior a medio (Benavides, 1956 y Wilson, 1962), ya que sobreyace a la formación Oyón (Neocomiano inferior) e infrayace a la formación Santa (Valanginiano superior).

· Formación Santa
En la región aflora en los cuadrángulos de Pallasca, Corongo,

Foto 2.1.- Secuencias de areniscas y lutitas carbonosas en la margen derecha del río Santa.

Santiago de Chuco y Santa Rosa. En el Callejón de Huaylas, Benavides (op. cit.) describe bajo esta denominación una secuencia sedimentaria marina compuesta de calizas de color gris, en partes dolomíticas, con algunas intercalaciones de lutitas calcáreas de color gris azulinas a oscuras y gris verdosas, que sobreyacen a la formación Chimù e infrayacen a la formación Carhuaz; ambos contactos en discordancia paralela.

El grosor varía entre 100 y 380 m. Se le atribuye una edad Valanginiano superior (Benavides, op. cit.) en base a los fósiles encontrados (*Buchotriginia gerthii*).

· **Formación Carhuaz**

Aflora en los cuadrángulos de Pallasca y Corongo. Generalmente consiste de areniscas y cuarcitas finas marrones, en capas delgadas, con abundantes intercalaciones de lutitas pardo rojizas. En algunas zonas se encuentran intercalaciones de conglomerados en la parte superior de la formación. Las intercalaciones de caliza y yeso son comunes cerca de la base de la formación (Foto 2.4). La formación Carhuaz alcanza su máximo desarrollo en el Callejón de Huaylas, con un grosor aproximado de 1 500 m.

· **Formación Farrat**

Aflora en los cuadrángulos de Pallasca, Corongo y Santiago de Chuco. Esta unidad fue asignada por Stappenbeck (1924). Consiste de areniscas cuarzosas de color blanco, crema o gris, de grano medio a grueso, subredondeadas, limpias y bien estratificadas en bancos gruesos, algunos de ellos con estratificación cruzada e intercalaciones de lechos de arenisca cuarzosa de color gris y grano medio; lutitas negras y gris oscuras algunas veces micáceas. Sobreyace en discordancia a la formación Carhuaz y subyace a la formación Pariahuanca en igual relación. Alcanza grosores entre 150 y 200 m.

La formación Farrat no presenta evidencias paleontológicas, pero como se encuentra inmediatamente sobre las lutitas carhuaz del Valanginiano superior-Aptiano y debajo de las calizas inca del Albiano inferior, se le considera de edad Aptiana y probablemente corresponde al Aptiano superior.

· **Formación Casma**

Aflora en el lado occidental de los cuadrángulos de Salaverry y Santa. Consiste de una gruesa secuencia de rocas volcánicas principalmente de derrames y piroclastos de composición andesítica, tienen textura porfirítica o afanítica, están bien estratificadas y son de color gris, gris verdoso, marrón y algunas veces morado. También presenta capas sedimentarias intercaladas de lutitas de color pardo a marrón, areniscas blancas de grano fino a medio, cuarcitas blancas en capas delgadas y escasos estratos de calizas recristalizadas por efecto del metamorfismo termal.

A esta formación se le asigna una edad Albiano medio-Cenomaniano (Trottereau-Ortiz, 1963 y Atherton et al., 1985).

Foto 2.2.- Metacuarcitas con bajo grado de foliación, pertenecientes a la formación Chicama, quebrada Sarin (Cochamarca).

Foto 2.3.- Estratos de areniscas blanquecinas de la formación Chimú a lo largo de la carretera a Cabana.

· **Formación Pariahuanca (Inca)**
Aflora en el cuadrángulo de Santiago de Chuco. Litológicamente consiste de lutitas de color gris claro, a veces azulinas, en las que se intercalan paquetes de calizas gris oscuro en bancos delgados y calizas arenosas de color gris oscuro a veces pardo, en capas de 30 a 40 cm de grosor. Hacia el norte del Callejón de Huaylas cambia de facies a secuencias clásticas, denominándose formación Inca, y presentando hacia el Este mayor cantidad de arcillitas y margas, cambiando lateralmente a la denominada formación Chúlec (Wilson et al., 1967). Presenta un grosor de 100 m.

En los afloramientos que aparecen en la hoja de Santiago de Chuco no se han encontrado fósiles, pero infrayace a las calizas Chúlec del Albiano Medio; estos hechos permiten fijar a la formación Pariahuanca en el Albiano inferior.

· **Formación Chúlec**
Esta formación aflora ampliamente a lo largo de la cordillera Occidental del norte y centro de país. Litológicamente consiste de una serie de capas delgadas de calizas nodulares y arenosas de color gris pardo a pardo amarillento, con intercalaciones de lutitas gris claras a negras, en la parte inferior; y de calizas de color negro azulino, bien estratificadas en capas hasta de 50 cm de grosor, en la parte superior. Estas calizas están atravesadas por venillas de calcita y son fácilmente atacadas por el intemperismo. El grosor varía entre 100 y 500 m.

La presencia de *Parahoplites* en la parte basal de la formación Chúlec ubica la parte inferior de esta en el Albiano inferior. Sin embargo, la presencia de los Ammonites *Knemiceras*, *Parengonoceras* y *Douvilleiceras* indica la parte baja del Albiano medio, siendo esta última la edad asignada por Benavides (1956).

· **Formación Pariatambo**
Aflora principalmente en el cuadrángulo de Pallasca. Consiste de calizas y margas marrón oscuro, algunas veces nodulares, que tienen un olor fétido en superficie de fractura fresca, con intercalaciones de lutitas negras y calizas negruzcas, con algunos derrames volcánicos de litología basáltica. Suprayace a la formación Chúlec e infrayace a la formación Jumasha, ambos contactos son concordantes. Debido al cambio de facies lateral y adelgazamiento, no se diferencia en adoptando el nombre de formación Crisnejas. El grosor aproximado es 200 m. Se le asigna una edad del Albiano medio y está distribuida a través de toda la región.

· **Formación Jumasha**
Aflora en franjas de dirección NO-SE, consiste de calizas y algunas dolomitas grises y amarillentas, de grano fino a medio, en capas medianas a gruesas. Sus afloramientos son fácilmente reconocibles por su tono gris claro de meteorización y el marcado efecto topográfico que ejercen.

Las calizas de esta formación alcanzan grosores entre 100 y 800 m. Presenta una fauna reducida que no permite establecer una edad precisa. Sin embargo, su posición estratigráfica con relación a las formaciones albianas Pariatambo y Crisnejas, indicaría un intervalo entre el Albiano superior y el Turoniano (Benavides, 1956; Wilson, 1963).

· **Formación Celendín**
Aflora en los cuadrángulos de Pallasca y Corongo. En la zona de estudio esta formación fue cartografiada junto con la formación Jumasha por ser un poco difícil su separación individual. Consiste de margas, arcillitas calcáreas y calizas.

Suprayace concordantemente a la formación Jumasha e infrayace en contacto gradacional a la formación Chota.

Presenta un grosor máximo de 500 m (Benavides, 1956). Se le asigna una edad del Coniaciano-Maastrichtiano inferior, que se correlaciona con la formación Chota.

· **Formación Chota**
Consiste de algunos centenares de metros de arenisca, arcillitas y conglomerados rojos. El tope ha sido erosionado mientras que las partes basales afloran en varios lugares.

El grosor expuesto varía mucho debido a la erosión y alcanza un aproximado de 600 m en los alrededores de la hacienda Santa Clara (Pomabamba).

Esta formación sobreyace concordante o con ligera discordancia a margas fosilíferas del Cenoniano-Maastrichtiano inferior; considerándose su parte basal perteneciente al Campaniano. No hay datos sobre el límite superior de esta unidad, pero se podría sugerir un rango Cretácico superior-Paleoceno inferior.

· **Formación Huaylas**
Con este nombre se describe una secuencia sedimentaria de composición conglomerádica de color rojizo, con clastos subredondeados a redondeados de cuarcita blanca, cuyos diámetros sobrepasan los 15 cm, y que se hallan en una matriz areno-arcillosa; también presenta intercalaciones de lutita gris oscura y areniscas. Aflora en la ladera occidental del río Chuquicara, entre Cambal y Quiroz en el cuadrángulo de Santiago de Chuco Esta formación alcanza un grosor máximo de 350 m. Las relaciones estratigráficas de la formación Huaylas son las siguientes: en la localidad típica sobreyace en discordancia a las formaciones calcáreas del Albiano e infrayace con fuerte discordancia angular al volcánico Calipuy del Cretácico superior – Terciario inferior.

Por las relaciones estratigráficas se le asigna una edad posterior al Albiano medio y pre-Calipuy, lo que significa que el límite inferior de la formación no es más antiguo que el Albiano superior.

Foto 2.4.- Vista hacia el sur. de anticlinal en afloramiento de calizas con lutitas carbonosas de la formación Santa-Carhuaz, en la quebrada Morin, localidad de La Galgada.

Cenozoico

Volcánicos paleógeno-neógenos

· **Grupo Calipuy**

Se encuentra distribuido a lo largo de la cordillera Negra, con rumbo NO-SE en la parte más elevada y con amplitud variable entre 25 a 40 km. Consiste en estratos volcánicos que suman un espesor de 2 000 a 3 000 m, constituidos principalmente por rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica (Foto 2.5), lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas (Foto 2.6). Este grupo ha sido subdividido debido a que su secuencia es muy variable, siendo diferente en cada localidad donde aflora, y porque las discordancias que presenta dentro del mismo evidencian episodios iguales de deformación (Cobbing et al., 1996).

En la parte inferior generalmente se encuentran lavas que varían entre andesíticas a dacíticas de texturas afaníticas, porfiríticas y vesiculares. Las lavas andesíticas son de color gris a púrpura, con fenocristales euhedrales de plagioclasas. Las dacíticas varían de gris claro a rosadas, sus fenocristales miden entre 1.5 a 3 mm, con cuarzo como relleno de vesículas con matriz de cuarzo y sericita. En la mitad superior predominan horizontes individuales de aglomerados de material mal seleccionado y fragmentos líticos en una matriz de grano fino. Los fragmentos varían entre lavas andesíticas, traquíticas, cuarcitas, tonalitas y granodioritas (Sánchez, 1995).

La edad fue asignada según su posición estratigráfica y algunas dataciones realizadas, y se le considera como un volcanismo que tuvo lugar durante el Eoceno al Mioceno inferior. Se correlaciona con la formación Tantará y el grupo Sacsaquero, entre los departamentos de Ica y Huancavelica; también con los grupos Rímac, Colqui y Tacaza del sur del Perú (Sánchez, 1995).

Algunas dataciones radiométricas de potasio-argón (58 millones de años: Eoceno, 36,5 millones de años: Oligoceno; 23,5 millones de años: Mioceno), indican que la edad de los volcánicos oscila entre el Paleógeno y Neógeno.

Depósitos Cuaternarios

· **Terrazas marinas**

Estas terrazas se presentan entre la caleta Guañape y el puerto Salaverry, donde se observan hasta tres terrazas de 2, 3 y 8 m de altura; también se reconocen en la parte baja de Chao. Finalmente, entre el Campo de la Salinera y cerro Negro (hoja de Santa) se han reconocido tres terrazas marinas de 1 a 2 m de altura y longitudes hasta de 15 km.

Las terrazas consisten de conglomerados poligénicos, gravas y arenas mayormente blandas. En la superficie de estos depósitos se ha encontrado restos de conchas marinas y costras de sal.

· **Depósitos fluvioglaciares**

Los depósitos de esta naturaleza se encuentran en el altiplano a altitudes superiores a 3 800 msnm y consisten en materiales inconsolidados compuestos de clastos angulosos de diversos tamaños, mezclados con arenas y arcillas que llenan algunas depresiones de la topografía.

· **Depósitos aluviales**

Estos depósitos se encuentran a lo largo del fondo y las laderas de los valles Santa, Lacramarca, Virú y Chao, formando el relleno del cauce y terrazas de extensiones y grosores variables.

También forman las pampas de la planicie costanera. Están representados principalmente por los antiguos conos de deyección de los ríos Chao y Virú. Consisten de gravas, arenas arcillas y limos generalmente mal clasificados.

· **Depósitos eólicos**
Esta clase de acumulaciones se presenta en las pampas costaneras y laderas de los cerros situados en el frente occidental andino, donde ocasionalmente alcanzan 1 000 m de altitud. Estos depósitos forman unas cubiertas de grosor variable y en otras constituyen médanos.

Rocas Intrusivas

Intrusivos Cretácico-paleógenos

Batolito de la Costa
El batolito de la Costa está formado por una cadena de plutones asociados en tres niveles. El primer nivel se encuentra asociado a pulsos o salidas del magma. El segundo nivel está conformado por los plutones denominados como superunidades y el tercer nivel consiste en áreas vastas del batolito que comprenden varias superunidades; sin embargo, dentro del área en estudio se ubica el batolito del segmento Lima, el cual se extiende desde el río Santa al norte de Chimbote hasta el río Lurín al sur de Lima, cubriendo una longitud aproximada de 400 km.

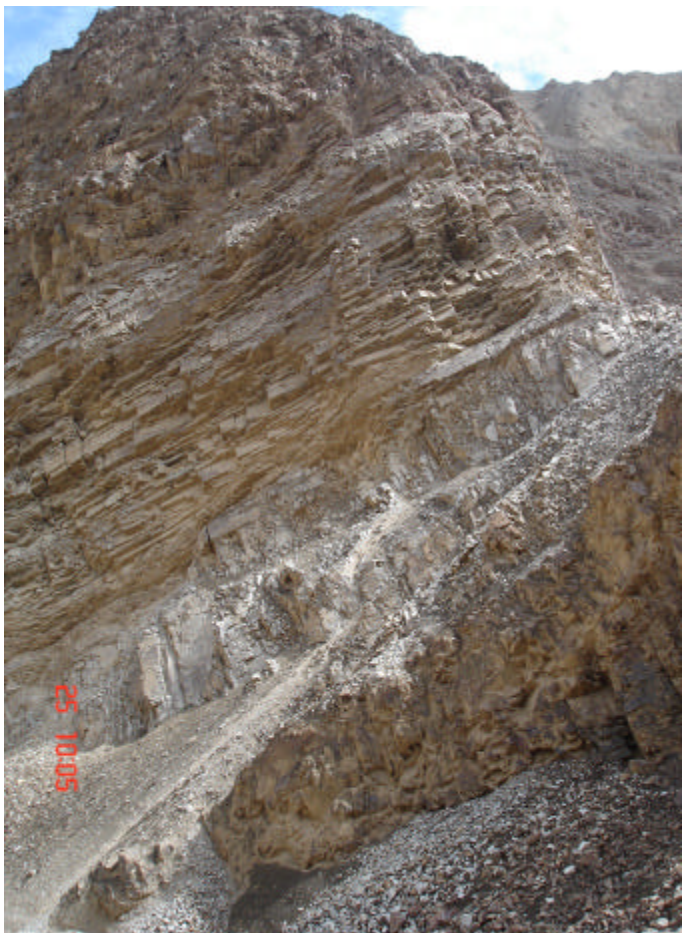


Foto 2.5.- Derrames andesíticos estratificados del grupo Calipuy en la margen derecha del río Santa.

· **Superunidad Patap**
Constituye la unidad más antigua del batolito de la Costa, ubicada en las márgenes occidental y oriental, así como en la parte central del batolito. Sus componentes intrusivos iniciales varían entre gabros y dioritas. Los gabros presentan variaciones estructurales y mineralógicas, teniendo como resultado gabros isotrópicos y gabros bandeados, siendo variable su cantidad y contenido de ferromagnesianos (Sánchez et al. 1995).

Los gabros isotrópicos tienen textura holocristalina gruesa y varían en su índice de color, sus componentes principales son plagioclasas, calcita, olivino y hornblenda. Muchos de los gabros presentan epídota verde y cuarzo como venillas o concentraciones irregulares.

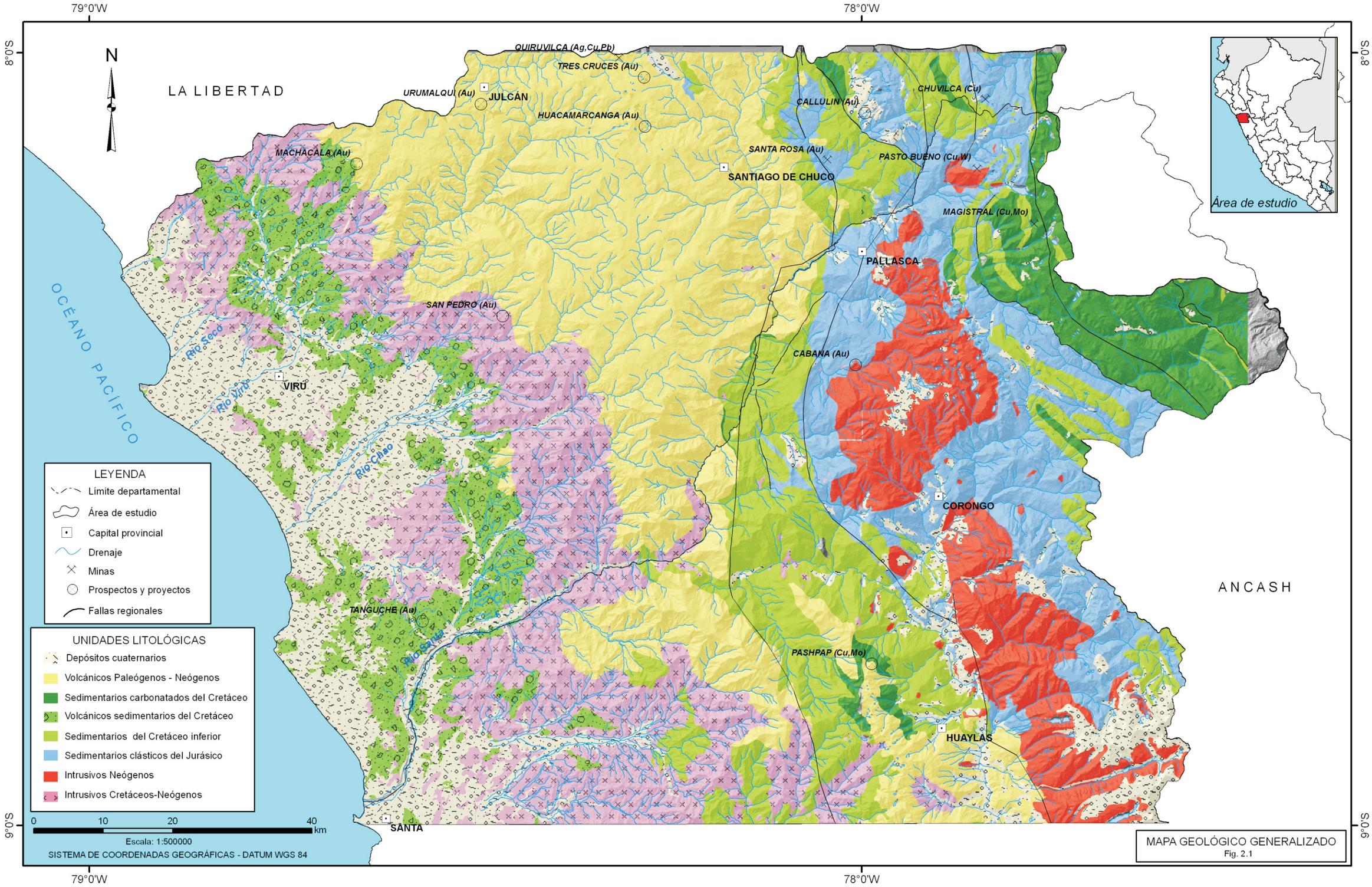
La diorita presenta aspecto bandeado debido a la variación del tamaño de sus cristales y menos alteración que el gabro. Las bandas gruesas están formadas de plagioclasas euhedrales con fuerte zonamiento oscilatorio. La hornblenda es euhedral, de color marrón verdoso, entrecruzada con granos relícticos de plagioclasa que siguen el plano de bandeamiento; posteriormente se formó plagioclasa inalterada en los bordes de la plagioclasa corroída conjuntamente con plagioclasa intersticial y algo de cuarzo.

Pitcher (1978) y Cobbing (1982) señalan una edad de emplazamiento de 102 millones de años para los gabros de esta unidad, en base a dataciones realizadas a unidades plutónicas asociadas a los gabros (Sánchez et al., 1995).

· **Superunidad Paccho**
Estos stocks ocurren al este del afloramiento principal del batolito. Está constituida por dioritas con variaciones a tonalitas de grano fino a medio. Según Sánchez et al. (1995), la diorita es de «color pardo oscuro característico, un aspecto jaspeado y de meteorización profunda, lo que produce una geomorfología redondeada».

Las muestras presentan un color oscuro uniforme, de grano medio y compuestas del intercrecimiento de anfíboles y plagioclasas. Los anfíboles forman cristales prismáticos en relación subporfirítica con la matriz félsica. Los prismas alargados de hornblenda no presentan orientación (Sánchez et al., 1995). Según sus relaciones de campo, composición y características petrográficas, posee cierta similitud con la diorita Paccho descrita en el valle del río Huaura por Pitcher (1978) y Cobbing (1978), quienes le asignan una edad de 95 millones de años.

· **Superunidad Santa Rosa**
Constituye la unidad más amplia de las unidades intrusivas que forman el batolito.


79°0'W
78°0'W
8°0'S
9°0'S
N
LA LIBERTAD
ANCASH
OCÉANO PACÍFICO
QUIRUVILCA (Ag,Cu,Pb)
TRES CRUCES (Au)
URUMALQUI (Au)
JULCÁN
HUACAMARCANGA (Au)
CALLULIN (Au)
CHUVILCA (Cu)
MACHACALA (Au)
SANTA ROSA (Au)
PASTO BUENO (Cu,W)
SANTIAGO DE CHUCO
MAGISTRAL (Cu,Mo)
PALLASCA
SAN PEDRO (Au)
CABANA (Au)
Río Seco
Río Virú
VIRÚ
Río Chao
CORONGO
TANGUCHE (Au)
Río Santa
PASHPAP (Cu,Mo)
HUAYLAS
SANTA
Área de estudio
LEYENDA
Límite departamental
Área de estudio
Capital provincial
Drenaje
Minas
Prospectos y proyectos
Fallas regionales
UNIDADES LITOLÓGICAS
Depósitos cuaternarios
Volcánicos Paleógenos - Neógenos
Sedimentarios carbonatados del Cretáceo
Volcánicos sedimentarios del Cretáceo
Sedimentarios del Cretáceo inferior
Sedimentarios clásticos del Jurásico
Intrusivos Neógenos
Intrusivos Cretáceos-Neógenos
0 10 20 40 km
Escala: 1:500000
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS - DATUM WGS 84
MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO
Fig. 2.1

Poblados

PÁGINA EN BLANCO

La tonalita es la roca predominante en esta superunidad, sin embargo, debido a algunas variantes petrográficas, su composición puede variar de diorítica a granodiorítica y también a monzogranítica, siempre con tendencia a variaciones ácidas de las rocas más recientes. Algunas de las variaciones no se presentan muy marcadas como para ser diferenciadas en el campo, mientras que otras pueden hasta subdividirse en:

- **Diorita Huaricanga 1**, es la unidad diorítica más pequeña, tiene una textura de grano medio a grueso; generalmente se encuentra caolinizada y presenta cristales gruesos de hornblenda prismática encerrada en plagioclasa.
- **Tonalita Huaricanga 2**, presenta tonalidades oscuras bastante homogéneas, posee una textura y arreglo mineral común con algunas variaciones a granodiorita.

Los intrusivos que afloran en el área forman parte del batolito de la Costa y afectan rocas sedimentarias y volcánicas mesozoicas y terciarias. Sus afloramientos tienen gran amplitud. Sus ocurrencias se notan desde el borde del litoral hasta cerca de 3000 msnm. Las rocas batolíticas varían de composición desde diorita a gabro, granito y tonalita, siendo en su mayor parte granodioritas. Entre las rocas hipabisales se han encontrado diques de andesita, diabasa, aplita y riolita, todas ellas de edad posterior a las rocas del batolito.

· **Dioritas**

No aparecen con gran intensidad en la zona de estudio; son pequeños cuerpos relacionados con el batolito. Afloran en las zonas que corresponden a las hojas de Trujillo y Salaverry en forma de stocks y cuerpos menores. Entre los ríos Virú y Santa se han encontrado diversos intrusivos dioríticos, el más importante es un stock de 21 km de largo y 14 km de ancho. La diorita en fractura fresca es de color gris claro a gris verdoso hasta ligeramente verdoso, con estructura maciza, de grano fino a medio, textura equigranular y ocasionalmente porfiritica o afanítica. A simple vista se reconoce plagioclasas, hornblenda y biotita. Generalmente la roca se presenta fuertemente diaclasada.

· **Granodiorita**

Desde la cuenca del río Moche hasta la cuenca del río Lacramarca aflora una serie de cuerpos granodioríticos (Foto 2.7), con orientación general NO-SE, distribuidos entre 200 y 2600 m de altitud. Otro afloramiento importante se encuentra en la zona que corresponde a las hojas de Pallasca y Corongo, y que forma la cadena de cerros de Aurovilca. Estas rocas son de color gris oscuro a gris blanquecino, equigranulares, de grano medio a grueso, y están compuestas principalmente por plagioclasas, ortosa, cuarzo y biotita. En algunos casos presenta textura porfirítica, especialmente cerca de los contactos donde los fenocristales de plagioclasa alcanzan hasta 5 cm de longitud. En algunas localidades tiene xenolitos de diorita de 2 a 10 cm de diámetro. En líneas generales se nota que estos afloramientos se disponen en dos fajas definidas, separadas por una banda de rocas sedimentarias (oeste) y volcánicas (este) que en la latitud del río Carabamba tiene un ancho máximo de 15 km.

Foto 2.6.- Dique dacítico que intruye tobas cristalolíticas del grupo Calipuy (río Huacapongo).

· **Granito**

Estos intrusivos se presentan en forma de pequeños stocks irregulares y en diques. El granito intruye rocas de las formaciones Chicama, Chimú, Carhuaz, Santa y a los volcánicos Casma. La roca es de color gris a rojizo, leucócrata a mesócrata, con estructura maciza, fanerítica, textura granular a porfíritica, y localmente presenta textura gráfica. En fractura fresca se distinguen entre sus minerales constituyentes cuarzo, feldespatos y micas; en algunos casos los feldespatos ofrecen colores rosados y violetas; se observan también diseminaciones de magnetita.

· **Rocas filonianas**

Afloran entre los ríos Virú y Santa en forma de diques y sills de diversa composición como metadiorita hornbléndica, aplita y andesita, emplazadas en las rocas volcánicas y anfibolitas de la formación Chicama.

Los intrusivos básicos han producido metamorfismo de contacto en la roca encajonante. Las rocas del batolito se hallan cortadas igualmente por un gran número de diques aplíticos, riolíticos, dacíticos y andesíticos, con anchos variables de 50 a 200 cm y longitudes que alcanzan varias decenas de metros. La mayoría de ellos no ha producido metamorfismo en la roca encajonante.

Intrusivos neógenos

Batolito de la Cordillera Blanca

Ubicado en la parte central de la cordillera Central con un rumbo paralelo a las estructuras regionales, alcanza una longitud de 200 km y un ancho entre 12 y 15 km. Extendiéndose entre los cuadrángulos de Pallasca y Corongo, la litología predominante es granodiorita-tonalita de grano grueso, con desarrollo de foliación en algunos sectores (Foto 2.9).

El intrusivo corta a los volcánicos del Paleógeno que corresponden al grupo Calipuy (Egeler y De Boyy, 1956), mientras que la mineralización ha sido truncada por la superficie de puna. La edad del batolito de la Cordillera Blanca (calculada por el método del potasio-argón) es Mio-Pliocena, esto es, entre 16 a 2,7 +/- 0,4 millones de años (Stewart et al., 1974).

En la localidad de Aco (Corongo) se encontró rodados subredondeados de granodiorita silicificada y oxidación moderada (Foto 2.10) en la quebrada Quillerón, que procede de partes altas del batolito de la Cordillera Blanca. En el Cañón del Pato, cerca de Caraz, existen dos rocas principales (Steinmann, 1910; Boit, 1926). Unas de ellas es un granito o granodiorita de grano grueso (feldespatos, cuarzo y biotita) intensamente laminado, de color grisáceo-verdoso, consistente en placas irregulares que muestra estrías orientadas uniformemente en superficies onduladas muy características (cristales deformados y rotos). El otro tipo de roca es de naturaleza ácida, con muy poca biotita, en el que la laminación constituye una estructura prácticamente imbricada. En tales superficies de contacto de las placas hay a veces granate masivo en cristales pequeños, estos son de color rosado y conservan su forma característica.

Foto 2.7.- Afloramiento de granodiorita del batolito de la Costa, poblado de Tablones.

ERA	PERIODO	ÉPOCA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA		POTENCIA (m)	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATENARIO		Dep. Marinos	Consiste de conglomerados poligenéticos Gravas y arenas mayormente blandas, restos de conchas.	Q-m		
			Dep. Eólicos	Localizados en la llanura costera, formando mantos irregulares de arena y dunas que son transportadas por los vientos.	Q-e		
			Dep. Aluviales	Constituido por bloques, cantos y gravas angulares a subangulares, heterogéneas con matriz areno-limosa.	Q-al		
			Dep. Fluvioglaciares	Constituidos por cantos y gravas angulosos a subangulosos, relacionados a depósitos morrénicos.	Q-fg		Batolito de la Cordillera Blanca: Granodiorita / Tonalita — N, gd, to
	NEÓGENO						
	PALEÓGENO		Gpo. Calipuy — Calipuy Superior	Rocas piroclásticas gris verdosas, púrpura a marrón rojizas , bien estratificadas y con niveles de limoarcillitas grises.	KsP-Ca	2000	
			Gpo. Calipuy — Calipuy inferior	Capas gruesas resistentes que corresponde a aglomerados, brechas de colores verde grisáceo, marrón rojizo y lavas porfiríticas.			Batolito de la Costa: Granito, Granodiorita, Tonalita, Diorita/ granodiorita — KP: gr, gd, to, di/gd
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Chota / Fm. Huaylas	Areniscas , arcillitas y conglomerados rojos	Ks-ch / Ks-hu	300	
			Fm. Celendín	Margas , arcillitas calcáreas y calizas	Ks-c	500	
			Fm. Jumasha	Calizas y dolomitas grises y amarillentas de grano fino a medio.	Ks-j	100 - 800	
		INFERIOR	Fm. Pariatambo	Calizas (bituminosas, ferruginosas, negruzcas) con delgados bancos de lutitas. Estratos calcáreos con nódulos siliceos.	Ki-pa	100 - 200	Grupo Casma: Ki-C
			Fm. Chúlec	Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas (nodulosas).	Ki-chu	100 - 250	
			Fm. Pariahuanca / Fm. Inca	Calizas macizas oolíticas de color gris marrón con lutitas verdes fosilíferas.	Ki-p / Ki-in	100	
			Gpo. Goyllarisquizga — Fm. Farrat	Gruesos bancos de areniscas cuarzosas blancas de grano medio a grueso con lutitas negras y grises a veces micáceas.	Ki-f	100 - 240	
			Gpo. Goyllarisquizga — Fm. Carhuaz	Areniscas rojizas y cuarzosas con lutitas pardo rojizas.	Ki-ca	500	
			Gpo. Goyllarisquizga — Fm. Santa	Lutitas grises, calizas margosas fosilíferas y areniscas gris oscuras.	Ki-sa	100 - 380	
			Gpo. Goyllarisquizga — Fm. Chimú	Areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas y delgados bancos de carbón en la parte inferior.	Ki-chi	600	
			Fm. Oyón	Areniscas gris a gris oscura de grano fino a medio intercaladas con limoarcillitas y limolitas gris oscura	Ki-o	290	
	JURÁSICO		Fm. Chicama	Lutitas bien laminadas y de aspecto pizarroso de color gris oscuro a negro, con intercalaciones de areniscas de color pardo y marrón.	Js-ch	1170	

Fig. 2.2 Columna estratigráfica generalizada

Foto 2.8.- Diques andesíticos que intruyen granitos del batolito de la Costa cerca del cerro La Huaca.

Foto 2.9.- Afloramiento de granodiorita de grano grueso (batolito de la Cordillera Blanca) cortadas por vetillas de cuarzo en la quebrada Los Cedros, en la localidad de Alpamay. Vista hacia el Este.

Foto 2.10.- Rodado de granodiorita silicificada, con contenido de pirita y molibdenita en fracturas (quebrada Quillerón).

CAPÍTULO III
ASPECTOS METALOGENÉTICOS

En la zona de estudio se encuentra una franja de 40 a 75 km de ancho con importantes yacimientos minerales de oro, cobre-oro, y en menor proporción plata-oro-cobre-zinc-plomo (Kihien, 1997). Estos depósitos están emplazados en centros volcánicos erosionados del grupo Calipuy y en las rocas sedimentarias del Mesozoico intruídas por cuerpos subvolcánicos y asociados a eventos volcánicos. Presentan características de depósitos de pórfidos, epitermales de alta y baja sulfuración, skarn y numerosas zonas de alteración hidrotermal.

Estos yacimientos se ubican generalmente en las intersecciones de las fallas y fracturas con direcciones noroeste y noreste, presentando leyes que oscilan entre 1 a 3 gramos de oro por tonelada, albergados en rocas piroclásticas y lávicas.

Provincias Metalogenéticas

Las provincias metalogenéticas son áreas caracterizadas por una agrupación de depósitos minerales o por uno o más tipos característicos de depósitos que están relacionadas a un metalotecto, el cual es una determinada característica geológica que habría jugado un rol en la concentración de uno o más elementos (o sustancias minerales) y habría contribuido a la formación de depósitos minerales. Estas provincias metalogénicas pueden contener más de un episodio de mineralización.

Entre las características geológicas favorables para la mineralización en esta zona están las areniscas cuarzosas de la formación Chimú. Estas constituyen un buen huésped de minerales auríferos diseminados debido a su alto grado de fracturamiento.

Los cuerpos subvolcánicos, stocks de composiciones intermedias a ácidas, algunos integrantes del batolito de la Cordillera Blanca, también han permitido el ascenso de los diferentes fluidos mineralizantes.

Finalmente, el factor estructural ha condicionado el emplazamiento de los depósitos minerales. Destacan los sistemas de fallas de direcciones andinas (NO-SE), producto de la compresión por subducción de la placa de Nazca debajo de Sudamérica, que además generó las estructuras volcánicas del Eoceno al Mioceno; un sistema transversal (NE-SO a E-O) que se encuentra casi totalmente rellenado por vetas con contenido económico; también se puede mencionar el plegamiento desarrollado en las capas silicoclásticas de la formación Chimú, con anticlinales cerrados y fracturados que sirvieron como un sello para el entrampamiento de los fluidos mineralizantes.

En la zona de trabajo se han determinado siete franjas metalogenéticas (INGEMMET, en prensa), como se puede apreciar en la Figura 3.1, enumeradas líneas abajo con la descripción de los depósitos principales.

Depósitos de cobre-fierro-oro del Cretácico inferior

Localizados en la faja costanera y el borde oeste de la cordillera Occidental. Comprenden al batolito de la Costa y la cuenca Casma del Albiano. Se presentan abundantes zonas con metamorfismo de contacto entre las rocas intrusivas y volcánicas, así como intenso plegamiento y fallamiento, todo bastante disturbado. El depósito más importante es el de Tanguche. Las edades de mineralización fluctúan entre 164 y 97 millones de años. Los niveles volcánicos del grupo Casma registran estructuras mineralizadas con oro controladas por las fallas NO-SE.

. Tanguche
Ubicado 35 km al norte de Chimbote y alojado en rocas volcánicas y volcanoclásticas andesíticas a dacíticas del grupo Casma. Tiene bajo grado de metamorfismo del tipo de facies de esquistos verdes (Navarro, 2006).

Presenta una alteración propilítica con clorita, epídota y calcita, sobreimpuesta por cuarzo y hematita y una mineralización aurífera diseminada asociada con cuarzo, sericita, adularia y pirita en venillas con textura de relleno. La oxidación supérgena ha alterado la pirita y probablemente enriqueció la superficie en oro con baritina asociada (Carman et al., 2000). Se le asocia a los depósitos tipo óxidos de fierro, cobre y oro (IOCG) (INGEMMET, en prensa)

Mesotermales de oro, plomo, zinc y cobre del Cretácico superior – Paleoceno

Ubicados al suroeste del área de estudio, su límite oeste lo conforma el sistema de fallas Casma. La mineralización está relacionada a intrusiones del batolito de la Costa (Cretácico superior al Paleoceno).

Epitermales de oro-plata del Oligoceno-Plioceno

Se distribuyen hacia el flanco oeste de la cordillera Occidental en una franja que se sobrepone a la de pórfidos miocénicos. Está controlada por los sistemas de fallas Lorosuyo y Angasmarca entre otras, con orientaciones NO-SE. Pertenece a la franja de yacimientos de oro y plata más representativos del Perú, hospedados en rocas volcánicas oligo-miocenas y las sedimentitas jurásico-cretácicas. En esta área se encuentran los yacimientos de Quiruvilca, Santa Rosa y Tres Cruces. Las edades de mineralización de los yacimientos que conforman esta franja van desde 31 hasta 2 millones de años.

Yacimientos epitermales en ambiente volcánico

. Urumalqui
Se ubica a 3,5 km al sur de Julcán, en lavas andesíticas basálticas y flujos piroclásticos de cenizas del grupo Calipuy. Tiene numerosas vetillas de cuarzo con calcedonia, baritina con pocos minerales de hierro y minerales argentíferos (Tumialán, 1982). Lo controlan dos sistemas mineralizados (andina: N 120° y buzamientos 80° - 85° al SO; y otro: N 170° a N – S) con espesores de 3 a 6 m (Foto 3.1) (Navarro, 2006).

Presenta alteración sílico-argílica (el estudio PIMA reporta: cuarzo, montmorillonita, anhidrita y halloisita) con brechas silíceas y en stockwork. Indican un depósito epitermal de baja sulfuración, con leyes de hasta 6 onzas de plata por tonelada (Navarro, 2006).

. Tres Cruces
Se localiza 5 km al sur de Quiruvilca en depósitos piroclásticos, volcanoclásticos y sínters del grupo Calipuy. Están ligados a una fuente geotermal extinta y cortados por subvolcánicos de composiciones andesíticas.

Se asocia a fallas regionales de dirección NO-SE con presencia de una falla principal (Quiruvilca-Huamachuco) de dirección N 50° y fallas de sobrescurrimientos con vergencia al Este (INGEMMET, 2001).

Presenta una alteración argílica (cuarzo-adularia-illita) con venillas de cuarzo, carbonatos y depósitos de sinter silíceo, así como sulfuros de hierro (pirita, marcasita), estibina, cinabrio, etc. Tiene una mineralización de tipo epitermal de baja sulfuración. Se le estiman reservas de 1,9 millones de onzas con 2 gramos por tonelada métrica (Heyl y Livingston, 1998).

. Huacamarcanga
Se ubica 10,5 km al sur de Quiruvilca, en depósitos de flujos piroclásticos del grupo Calipuy. Con alteración fílica (el estudio PIMA reporta cuarzo, sericita, montmorillonita y halloisita) de sulfuros de fierro diseminados, donde se distinguen vetas de dirección E-O, de 30 a 60 cm de ancho por más de 300 m de longitud (Navarro, 2006).

. Machacala
Ubicada 12 km al oeste de Carabamba en volcánicos del grupo

Foto 3.1.- Alteración hidrotermal y vetas de cuarzo que cortan lavas del complejo volcánico Paccha-Urumalqui (Tomado de Navarro, 2006).

Calipuy con alteración silico-argílica, en tipo stockwork con plata, oro, cobre y trazas de metales base. Las venillas son subverticales y subparalelas de dirección NO y tienen una longitud de 1 a 4,5 m. Las fallas presentan relleno de cuarzo con dirección andina N 135°, y vetas con 1 y 2 m de ancho, con orientación N 140º. Toda la secuencia está cortada por un stock microdiorítico. Se ha determinado la existencia de 635 000 toneladas con promedios de 7,63 gramos de oro por tonelada y 216,6 gramos de plata por tonelada (Navarro, 2006).

. San Pedro

Se localiza 32 km al sur de Julcán en lavas del grupo Calipuy. Está intruido por stocks dioríticos a granodioríticos con alteración argílica (Foto 3.2) en venillas de 3 cm a 5 m. de espesor con cuarzo coloidal y sulfuro de hierro.

. **Quiruvilca**

Ubicado 80 km al este de Trujillo, en las inmediaciones del distrito de Quiruvilca; se emplaza en lavas andesíticas, brechas volcánicas, flujos piroclásticos y volcanoclásticos del grupo Calipuy (Foto 3.3), cortados por diques lenticulares y sills que se intercalan con las andesitas basálticas (Cossío, 1964). Stocks porfiríticos dacíticos y andesíticos relacionados se emplazan en fallas y fracturas preexistentes (INGEMMET, 2007).

Es un yacimiento mesotermal a epitermal polimetálico con vetas en relleno de fisura, producto del fracturamiento tensional y cizallamiento. Diques dacíticos porfiríticos genéticamente asociados (Cossío, 1964; Lewis, 1956) y agrupados en vetas con direcciones N 60° - 70°, con 0,3 a 2,5 m de espesor contienen principalmente metales base como zinc, plomo, cobre y plata, con algunos valores de oro (Bartos, 1987; Kihien,1997). Priman las estructuras tensionales y secundarias con relleno tipo rosario sobre las de cizalla, que fueron sobrexplotadas antiguamente (INGEMMET, op. cit.).

La alteración (desde el más proximal al más distal) comprende sericitización, argilitización, propilitización y cloritización, y una mineralogía de enargita y tetrahedrita con leyes de plata (primera mineralización), asociada con galena, esfalerita, calcopirita, arsenopirita, pirita y cuarzo (segunda mineralización) distribuidos irregularmente en la veta con rellenos de calcita, rodonita y yeso, así como estibina, oropimente y rejalgar en los sectores más distales (Cossío, 1964; INGEMMET, en prensa).

. **Aguinay**

Ubicada 5,5 km al sur de Santiago de Chuco entre lavas y brechas andesíticas del grupo Calipuy, presenta fuerte diaclasamiento, alteraciones a óxido de fierro y vetas de direcciones N 45º, buzando 60º - 80º NO, con grosores de 70 y 120 cm en material brechado con panizo. Hay tetraedrita y tenantita asociadas con galena, blenda y escasa chalcopirita como menas, pirita y cuarzo blanco-rosado como ganga (Cossío, 1964).

. **Coptos**

Está ubicada 15 km al sur de Santiago de Chuco, en la margen

Foto 3.2.- Alteración argílica en los volcánicos del grupo Calipuy correspondiente al depósito San Pedro (Tomado de Navarro, 2006).

izquierda del río Santiago, en lavas y brechas volcánicas andesíticas, en estratos gruesos del grupo Calipuy. Está intruida por granodioritas con contactos en metamorfismo termal que pueden alcanzar 300 m de ancho. Presentan vetas del tipo relleno de fisura de direcciones N 65º - 70º SE y N 50º O con buzamientos subverticales. En otros sectores las vetas se orientan al NE con buzamientos de 15º y 20º al SE y espesores de 50 cm y vetas con dirección N 25º - 75ºO y buzamientos de 20º a 25º al SO con espesores de 10 a 40 cm, con relleno de brechas y panizo en venas de 10 cm de ancho.

Presenta mineralogía de sulfosales de cobre (tennatita-tetraedrita) asociados a jamesonita, argentita, galena y estibina, buornonita y sulfosales complejas de cobre con plata.

Existen dos tipos de vetas:

a) Con relleno de galena argentífera, blenda, chalcopirita, tetraedrita.

b) Con relleno de estibina con anchos de 12 y 25 cm y ganga con escasa pirita asociada al stock granodiorítico. Ambas con una ligera silicificación en las cajas y oxidación en la superficie. Como ganga se encuentra pirita y cuarzo (Cossío, 1964).

Entre otras ocurrencias epitermales dentro de secuencias volcánicas se cuentan: Rey de Dinamarca, Rumicruz y Culebrilla.

Yacimientos epitermales en ambientes sedimentarios

. **Santa Rosa**

Se ubica 4 km al norte de Angasmarca, emplazado en las lutitas de la formación Chicama y en areniscas cuarzosas de la formación Chimú que están intruidas por stocks porfiríticos de composiciones dacíticas (Foto 3.4), asociados también a brechas hidrotermales en anticlinales y fallas de alto ángulo con direcciones N 165° - 160° y fallas perpendiculares en N 30° - 50° y E-O. Presenta la siguiente secuencia: una fase temprana con fracturamiento con formación de brechas, una fase de ascenso de los fluidos mineralizantes por un cuerpo subvolcánico (stock) emplazado en profundidad y finalmente procesos de oxidación.

Se presentan minerales de alteración argílica como cuarzo, pirofilita, caolín y alunita (Montoya, 2000; INGEMMET, 2001), así como silicificación y propilitización en áreas distales. La mineralización es de edad miocénica de oro depositado con pirita y arsenopirita, pocos sulfuros comunes y óxido de fierro como cemento de brechas hidrotermales y tectónicas (INGEMMET, en prensa).

. **Cabana**

Localizada cerca del poblado del mismo nombre. Geológicamente se caracteriza por stocks de diorita cuarcífera y diques andesíticos, que intruyen las pizarras y areniscas del grupo Chicama en las inmediaciones de dos anticlinales y un sinclinal de direcciones N-

Foto 3.3.- Mina de Quiruvilca donde se distinguen numerosas zonas de alteración sobre los volcánicos del grupo Calipuy. Vista al sur de la mina.

S, bordeados y cortados por fallas andinas y transversales. Presenta vetas en N 50° y buzamiento de 48° NO, y una mineralización en los stocks en forma de vetas y mantos en contacto con las pizarras del grupo Chicama. Esta mineralización es típicamente de relleno. El oro está asociado al cuarzo, pirita, limonita y calcopirita (Tumialán, 2003), con una alteración destacable de sericita y débil piritización (Cossío, 1964).

. **Callullin**

Se emplaza en la secuencia silicoclástica inferior de la formación Chimú y en la parte superior del grupo Chicama. Está asociado con intrusivos de composición diorítica y un subvolcánico andesítico que corta a la secuencia sedimentaria. Las fallas conforman dos sistemas: andino (N 130°) y transversal (N 40° y N-S), con buzamientos subverticales, y con pliegues de anticlinales y sinclinales volcados con direcciones de N 130°. Se tienen óxidos e hidróxidos de hierro: limonita, hematita, goethita, jarosita y turgita, como relleno de las fracturas de areniscas cuarzosas asociadas a vetillas de cuarzo lechoso y calcedonia bandeada (Vicharra, 2003).

Entre las alteraciones se ha identificado silicificación, cloritización y argilización con un ensamble mineral de arcillas, caolín, cuarzo y pirita (Navarro, 2006).

. **Cerro Uñicas**

Ubicado 7 km al NE de Angasmarca, en fracturas rellenas de cuarzo con material ferruginoso y con probable presencia de oro. Presenta direcciones de N 132º y buzamientos de 78º SO (Cossío, 1964).

Es necesario indicar que otros prospectos guardan relación genética con este tipo de mineralización en este ambiente como: Corimarca, Minaspampa, Calorco, Mumalca, Oro Norte y Señor de la Soledad.

Pórfidos y skarn de cobre, oro y molibdeno del Mioceno Superior

Están constituidos por dos subprovincias: una al suroeste del flanco occidental de la cordillera Occidental y la otra al noreste de la misma.

La primera está emplazada en volcánicos del grupo Calipuy y las secuencias calcáreas cretácicas de las formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo. El magmatismo se asocia a stocks de granodiorita de edad Miocénica. El principal control estructural lo constituyen las fallas de Santa Rosa, Bolognesi, La Galgada y Pallasca.

La segunda es una franja estrecha delimitada a ambos lados por un sistema de fallas N-S denominado Punrre-Canchis. La mineralización se asocia al emplazamiento de subvolcánicos e intrusivos del batolito de la Cordillera Banca de edad Miocénica (entre 16 y 13 millones de años). El proyecto más relevante es Magistral.

Foto 3.4.- Mina Santa Rosa. Vista al Suroeste.

· **Magistral**
Se localiza en el distrito de Conchucos, a 12 km de Pallasca, departamento de Ancash, dentro de una importante franja metalogénica del Mioceno que proviene del Perú Central (Noble et al., 2004). Se aloja en rocas sedimentarias carbonatadas de la formación Jumasha, intruidas por stocks granodioríticos elípticos en planta con inclinaciones de 60° al NO (Perelló et al., 2001). Estos intrusivos han generado una alteración metasomática o skarn en su periferia en tres fases de intrusión (INGEMMET, en prensa).

Las estructuras de fallas y sobrescurrimientos tienen direcciones N-S, con buzamientos de 40° al O, en la que destaca regionalmente la deflexión menor de Conchucos (Torres y Enríquez, 1996) y la falla Casma – Pasto Bueno (Núñez, 1995) de dirección NE – SO. Presenta una mineralización de calcopirita y molibdenita en dos ambientes: un stockwork con cuarzo, pirita y molibdenita; y un skarn con calcopirita, pirrotita y magnetita. En esta última predomina más el cobre y el molibdeno con leyes comprendidas entre 0,5-1,0% de cobre y 0,04-0,06% de molibdeno (Navarro, 2006; INGEMMET, en prensa). Por tanto tiene una mineralización de interés económico en forma diseminada y en cuerpos controlados estructuralmente en el stock porfirítico; mientras que otra mineralización se encuentra diseminada en fracturas y en mantos en el skarn distal y en la zona de skarn retrógrado (INGEMMET, op. cit.).

En la parte central presenta alteración potásica y argílica intermedia, con intrusivos (alteración hidrotermal tipo pórfido) que en su zona de contacto presenta un endo y exoskarn. Se le asocian vetas epitermales de alta sulfuración con minerales de cobre y arsénico, así como vetas de baja sulfuración de cuarzo-adularia-calcita (INGEMMET, 2001) que a su vez muestran una aureola de contacto indicativo de una alteración metasomática de las calizas Jumasha (INGEMMET, en prensa).

Se ha datado un cristal de biotita hidrotermal por el método de potasio-argón que reporta una edad de 15,3 + 0,3 millones de años, correspondiente al Mioceno medio (Navarro, op. cit.).

· **Alto Dorado**
Ubicado 18 km al sur de Santiago de Chuco, en rocas piroclásticas (flujos de pómez y cenizas, y flujos de bloques y cenizas) y rocas lávicas del grupo Calipuy intruídas por stocks y domos dacíticos y andesíticos. Presenta una mineralización de pórfido cobre-oro con valores de molibdeno y plata, así como una mineralización epitermal de alta sulfuración de oro, controladas por fallas con direcciones NO y NE, en la que se reporta una estructura de colapso de caldera.

La alteración se ha identificado como silicificación tipo vuggy sílica, sílice granular y calcedonia, así como argílica avanzada con alunita, natroalunita, dickita, pirofilita, kaolinita, jarosita y ópalo. Además presenta minerales de calcopirita y calcocita como diseminados de enriquecimiento secundario y en stockwork, así como zonas con control estructural con hematita y limonita (Candente Resource Corporation, 2005).

· **Tirichuco**
Ubicado 2 km al norte de la localidad de Tirichuco, en la margen izquierda del río Chuquicara en la unión de los ríos Tablachaca y Santa. Está conformada por tres mantos con direcciones N 110º y buzamientos en 60º SO, con grosores de 1 a 1,5 m, que reemplazan capas de calizas silicificadas en la formación Santa y con presencia de especularita con ojos y venillas de siderita y calcita (Cossío, 1964) que nos indicarían un skarn.

Pórfidos de cobre y wolframio del Mioceno superior

Conforma una franja estrecha a lo largo del batolito de la Cordillera Blanca que intruye a las lutitas de la formación Chicama de edad Jurásica. Está afectado por un sistema de fallas de dirección NO-SE, conocida como «sistema de fallas de la cordillera Blanca». Destacan los depósitos de Lacabamba y Pasto Bueno.

· **Pasto Bueno**
Se ubica 7 km al este de Pampas (Ancash), en secuencias de pizarras, areniscas cuarzosas, lutitas y calizas de la formación Chicama y de las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat intruidas por el stock de cuarzo monzonita de Conzuso del batolito de la Cordillera Blanca (Foto 3.5). Está datado en trazas de fisión en esfena en 9,5 ± 0.2 millones de años (Landis y Rye, 1974). Presenta fallas de alto ángulo, contemporáneas a la mineralización conformada en gran parte de cuarzo-sericita-fluorita-wolframatos-sulfuros (Foto 3.6) como galena y esfalerita, con cobre, zinc, plomo y plata. Destaca estructuralmente dentro de la deflexión menor de Conchucos (Torres y Enríquez, 1996) y en la prolongación de la falla Casma-Pasto Bueno (Núnez, 1995).

Presenta tres zonas de interés: a) Consuzo, vetas en dirección N 120°; b) Huayllapón vetas con dirección N-S y buzamiento 75° E; y c) Huaura, vetas con dirección N 155° y buzamiento 80° NE (Tumialán y Gamarra, 1980).

Se reportan cuatro ensambles diferentes de alteración desde el núcleo al exterior: potásica, fílica- sericítica, argílica y propilítica (Landis y Rye, 1974).

Sus leyes promedio son de 0,6-1,5% de wolframio y 0,1-0,2% de cobre, que lo configuran como un depósito polimetálico, y su producción diaria es de 300 toneladas por día.

· **Aurovilca**
Ubicado en los alrededores de Tauca y el poblado de Cabana, entre las lutitas de la formación Chicama y en las granodioritas del batolito de la Costa. Se ha encontrado algunos niveles con galena argentífera (Cossío, 1964).

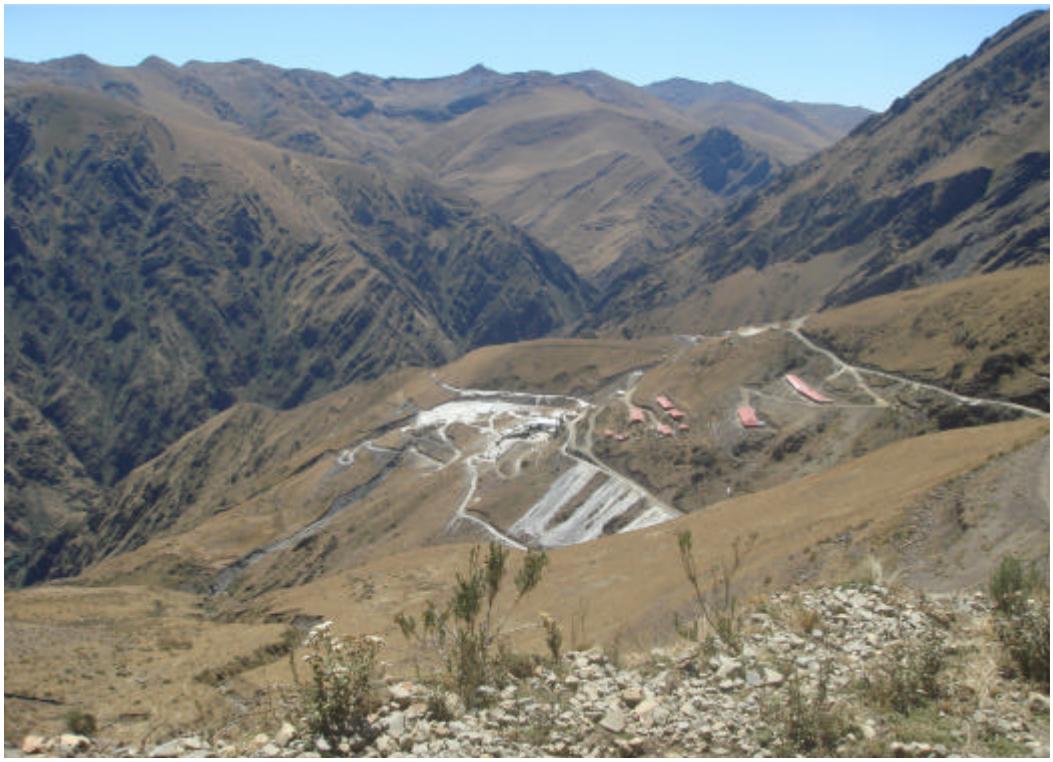
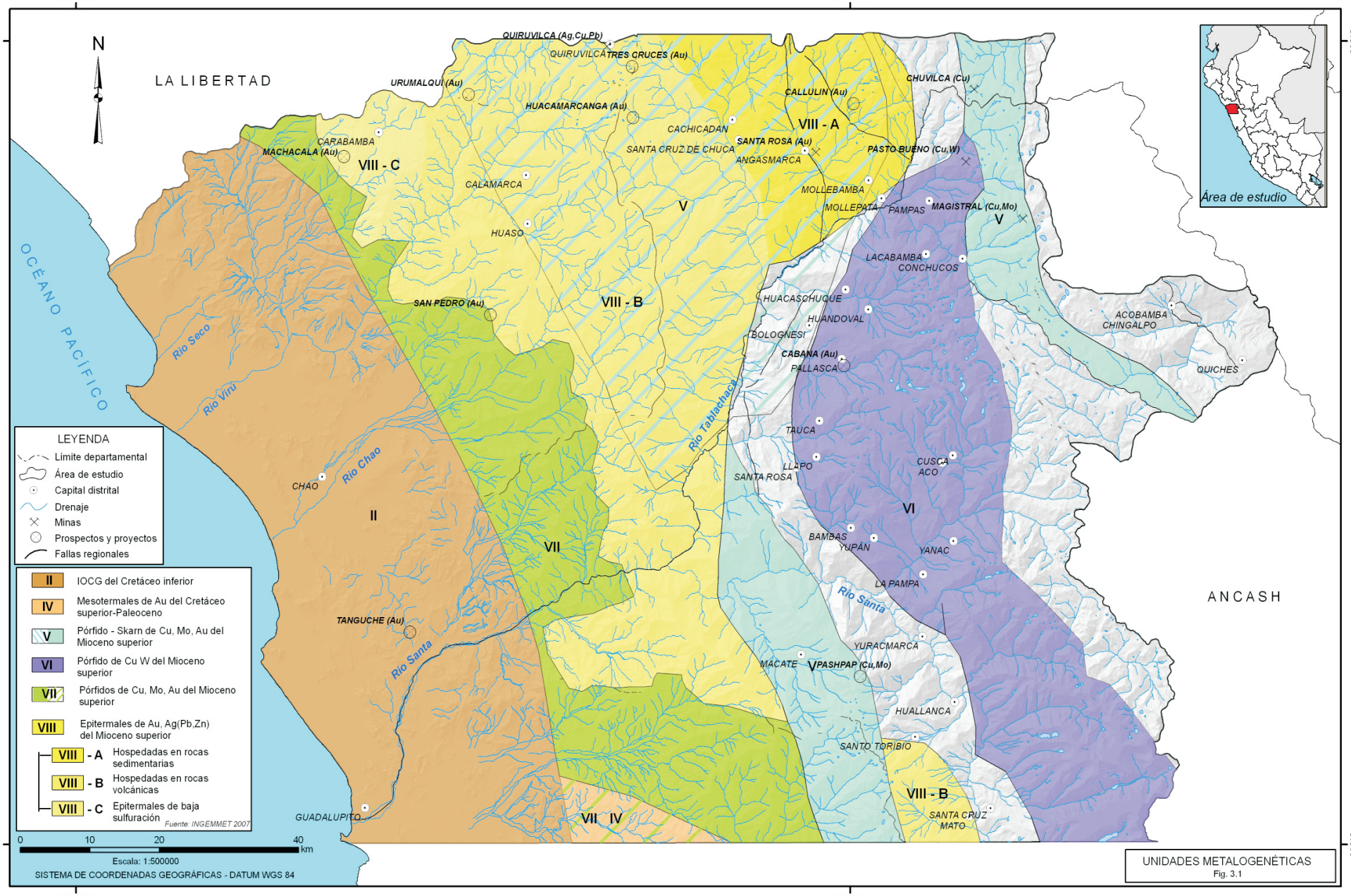


Foto 3.5.- Mina Pasto Bueno. En la vista se observa el stock de cuarzo monzonita que intruye areniscas y lutitas de la formación Chicama.

Foto 3.6.- Mena con wolframatos en la mina Pasto Bueno.


79°0'W
78°0'W
8°0'S
9°0'S
N
LA LIBERTAD
ANCASH
OCÉANO PACIFICO
QUIRUVILCA (Ag,Cu,Pb)
QUIRUVILCA
TRES CRUCES (Au)
URUMALQUI (Au)
HUACAMARCANGA (Au)
CALLULIN (Au)
CHUVILCA (Cu)
CACHICADAN
SANTA CRUZ DE CHUCA
SANTA ROSA (Au)
ANGASMARCA
PASTO BUENO (Cu,W)
CARABAMBA
MACHACALÁ (Au)
CALAMARCA
MOLLEBAMBA
MOLLEPATA
PAMPAS
MAGISTRAL (Cu,Mo)
HUASO
LACABAMBA
CONCHUCOS
SAN PEDRO (Au)
HUACASCHUQUE
HUANDOVAL
BOLOGNESI
CABANA (Au)
PALLASCA
ACOBAMBA
CHINGALPO
QUICHES
Rio Seco
Rio Virú
Rio Chao
Rio Tablachaca
TAUCA
LLAPO
SANTA ROSA
CUSCA
ACO
CHAO
BAMBAS
YUPÁN
YANAC
LA PAMPA
Rio Santa
TANGUCHE (Au)
YURACMARCA
MACATE
PASHPAP (Cu,Mo)
HUALLANCA
SANTO TORIBIO
SANTA CRUZ
MATO
GUADALUPITO
VIII - A
VIII - B
VIII - C
V
VI
VII
II
IV
Área de estudio
LEYENDA
Límite departamental
Área de estudio
Capital distrital
Drenaje
Minas
Prospectos y proyectos
Fallas regionales
II IOCG del Cretáceo inferior
IV Mesotermales de Au del Cretáceo superior-Paleoceno
V Pórfido - Skarn de Cu, Mo, Au del Mioceno superior
VI Pórfido de Cu W del Mioceno superior
VII Pórfidos de Cu, Mo, Au del Mioceno superior
VIII Epitermales de Au, Ag(Pb,Zn) del Mioceno superior
VIII - A Hospedadas en rocas sedimentarias
VIII - B Hospedadas en rocas volcánicas
VIII - C Epitermales de baja sulfuración
Fuente: INGEMMET 2007
0 10 20 40 km
Escala: 1:500000
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS - DATUM WGS 84
UNIDADES METALOGENÉTICAS
Fig. 3.1

Pórfidos de cobre, molibdeno y oro del Mioceno superior

Constituyen una franja emplazada con dirección NO-SE a lo largo del batolito de la Costa, y comprende una intrusión múltiple y compleja de tonalitas y granodioritas que intruyen rocas cretácicas del grupo Goyllarisquizga y los volcánicos del grupo Calipuy. Dataciones en biotita por el método de potasio- argón le asignan una edad de 43 millones de años.

· Pashpap

Está localizado 10 km al SE de Macate (provincia de Santa) y se aloja en pelitas de la formación Chicama y conglomerados con areniscas de la formación Huaylas. Fueron intruidos primeramente por plutones de tonalitas-granodioritas, luego por monzonitas y finalmente por granitos porfiríticos en los que se desarrolló un fuerte stockwork (Foto 3.7). Está conformado por cinco cuerpos plutónicos que controlan la mineralización: El Bronce, Huacacuy Norte, Huacacuy Sur, Loma Blanca y 12 de Octubre; presentan alteración hidrotermal zonada, típica de los pórfidos con una parte central de silicatos potásicos con presencia de biotita hidrotermal y fenocristales de ortosa, rodeada de una zona con predominio de alteración fílica (cuarzo, sericita, pirita) con relictos de la alteración potásica. En esta zona la textura de la roca está totalmente obliterada y blanqueada, notándose remanentes de la textura original. El cuarzo se presenta en microcristales que rellenan oquedades y en la matriz. La sericita se presenta en micas y masas verdosas. La pirita aparece diseminada junto a calcopirita (covelita-calcosina) en una relación de 3:1. En esta zona es frecuente la ocurrencia de venillas entrecruzadas tipo stockwork de cuarzo-sericita-pirita-calcopirita (covelita-calcosina-digenita)-molibdenita (CINITS, 2003). Predominan dos direcciones de fallas con N 150° - 130° (andina) y N 40° - 60° E (transversal) y una dirección E-O secundaria relacionada con el stockwork (Navarro, 2006).

· Huascallán

Se encuentra en el ángulo suroriental del cuadrángulo de Santa Rosa, al norte del caserío del mismo nombre y 12 km al este de Jimbe, en las inmediaciones de las minas paralizadas de Vale un Perú y Juana Rosa. Presenta vetas muy irregulares con venillas de tetraedrita y pirita, así como estructuras superficiales de malaquita, azurita y óxido de hierro (Cossío, 1964) dentro de secuencias arenosas de la formación Santa-Carhuaz.

Zonas de Alteración

En el área de estudio se han reconocido varias zonas de alteración hidrotermal consistentes principalmente en silicificación, argilización avanzada y argilización, las cuales están vinculadas a los centros volcánicos del grupo Calipuy y/o a cuerpos subvolcánicos del Mioceno. Entre las más importantes se distinguen las siguientes (Navarro, 2006):

. **Sulcha**

Se encuentra 7 km al sureste del distrito de Carabamba, en depósitos de flujos piroclásticos. Tiene una veta de cuarzo y óxidos de hierro, de aproximadamente 1 km de longitud y 5 m de ancho, la cual tiene una dirección de N 45º.

Foto 3.7.- Zona de alteración en Pashpap, cerro Patara (Tomado de Navarro, 2006).

. **Toritos**
Localizada 16 km al suroeste del distrito y provincia de Santiago de Chuco. Se tiene una zona de alteración sílico-argílica, con óxidos de hierro en depósitos de flujos piroclásticos.

. **Cerro Blanco**
Se localiza 7 km al este de la localidad de Uningambal, conformada por una alteración sílico-argílica, emplazada en depósitos de flujos piroclásticos asociados a un cuerpo subvolcánico pórfido dacítico.

. **Andaraca**
Ubicada 4,5 km al sur de Uningambal, se observa una alteración sílico-argílica con óxidos de hierro, dentro de un depósito de flujos piroclásticos de cenizas, asociado a un cuerpo subvolcánico ligeramente elongado de Norte a Sur.

. **Las Capillas**
Se localiza 4,5 km. al noroeste del caserío de Huaraday. Es una alteración silico-argílica con óxidos de hierro, generada en depósitos de flujos piroclásticos cortados por vetillas de cuarzo y con un stock granodiorítico al sur.

. **Mollepampa**
A 4 km al oeste de Angasmarca se encuentra una alteración argílica con óxidos de hierro, emplazados en flujos piroclásticos de cenizas intruidos por un subvolcánico dacítico.

. **Tomancapampa**
Se localiza 6 km al suroeste del caserío de Acoyo. Es una zona de alteración sílico-argílica emplazada en depósitos piroclásticos cortados por vetillas de cuarzo de espesor irregular, con presencia de óxidos de hierro y la intrusión de un cuerpo subvolcánico dacítico.

. **Pucapunta**
A 11 km al oeste del distrito de Sucre se identificó una zona de alteración argílica con óxidos de hierro generada en depósitos de flujos lávicos andesíticos (Foto 3.8).

. Pichuanrumi
Se localiza 85 km al noreste de Chimbote, en el distrito de Macate. Corresponde a una zona de fuerte alteración argílica en un anticlinal de rocas de la formación Carhuaz, que son intruidos por cuerpos subvolcánicos andesíticos y por plutones granodioríticos a tonalíticos.

Depósitos No Metálicos

Carbón

Los depósitos de carbón se asocian a la formación Chimú, con una amplia distribución en la parte oriental de los cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. Se presentan en estructuras a manera de mantos lenticulares, dentro de una unidad fuertemente plegada y fallada, lo que dificulta la explotación de los recursos. El carbón es subantracítico, de alto poder calorífico y con menos de 8% de material volátil, con porcentajes elevados de cenizas, alta fusibilidad y débiles índices de friabilidad. No se ha encontrado gas grisú ni anhídrido carbónico en ningún depósito, lo que favorece su explotación subterránea.

Foto 3.8.- Zona de alteración Pucapunta ubicada 11 km al oeste de Sucre (Tomado de Navarro, 2006).

Entre las principales minas y prospectos se cuentan:

. La Galgada
En las inmediaciones de la estación de ferrocarril de La Galgada (Foto 3.9) se encuentran diez mantos de carbón, siete de los cuales tienen más de 50 cm de grosor. A profundidades de 350 m los mantos tienen buzamientos de 74º E hasta 74º O por debajo de este nivel, debido a una inflexión de las capas del flanco occidental del anticlinal Galgada-Cocabal.

. **Ancos**
Al fondo del valle del río Ancos, a 3,5 km al este de la estación Quiroz del ferrocarril Chuquicara-La Galgada. Presenta dirección N-S y buzamientos 60º-70º al oeste en mantos de 1 800 y 200 m de profundidad, con espesores de 1,80 m y 0,50 m, a distancias de 4,5 m, 2 m y 1,7 m.

. **La Limeñita**
En la margen derecha del río Santa, en el kilómetro 103 del ferrocarril Chimbote-Huallanca en la provincia del Santa, se encuentra carbón de mediana calidad por el elevado contenido de material arcilloso. En el flanco occidental del sinclinal La Limeñita aflora con buzamientos de 10º a 30º al este, con espesores de 2 a 3 m. Es común encontrar junto al carbón intercalaciones de lutitas, y areniscas con intrusiones de diques andesíticos que producen una leve alteración.

. **La Pallasquina**
A 4 km al suroeste de Pallasca se observa una intercalación de lutitas y areniscas muy fracturadas en un carbón de buena calidad, con un manto principal que tiene N 125º y buza a 55º al NE, con una potencia de 2,50 m.

. Angasmarca
Ubicada 500 m al SO de la hacienda Angasmarca, con mantos de N 120º y buzamientos de 14º al SO en grosores de 1 m, mientras que en el cerro Chunlluega hay mantos de 10 a 25 cm.

. **Cerros Uruganda y Cuanida**
Se localiza en el borde septentrional del territorio incluido en las hojas de Santiago de Chuco, con sus flancos mirando a Tres Ríos. El manto principal tiene dirección N 116º y buza 17º NE con 2,5 m de grosor.

. **Cerro Peña del Pájaro**
Ubicado en las proximidades de la hacienda Llaray a 8 km. al SE de Quiruvilca y en las inmediaciones de afloramientos de la formación Chimú.

. **Cerros Llumista y Santo Toribio**
Ubicados 8 km al sur de Santa Rosa, con mantos de 80 a 200 cm de grosor, y con direcciones y buzamientos muy variados

Calcita

En el cerro de La Cal, en Cursi, en la ladera derecha del río Lacramarca, existen vetas de calcita con direcciones N 120º - 110º, buzamientos de 75º - 90º SO y espesores de 90 a 150 cm. Presenta calcita cristalizada blanca a gris oscuro con diseminaciones de pirita y material arcilloso limonitizado.

Foto 3.9.- La Galgada, margen izquierda del rio Tablachaca. Vista hacia el sureste.

PÁGINA EN BLANCO

CAPÍTULO IV
PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA REGIONAL

Se recolectaron 912 muestras en base a un diseño de muestreo con una representatividad de 1 muestra por cada 10 km^2 aproximadamente (Mapa 1). Las muestras se ubicaron en quebradas de primer, segundo o tercer orden de drenaje, incluyendo muestras secas y húmedas.

Para el campo se usó un tamiz de medida 30 mesh (<600 µm), y el floculante Bozefloc para acelerar la precipitación de las partículas en suspensión.

Se usaron dos tipos de bolsas según la condición del sedimento:
· Bolsas microporosas, para los sedimentos húmedos.
· Bolsas de polietileno, para las muestras secas.

Para el programa de muestreo se formó un grupo de seis geólogos que efectuaron el trabajo de campo entre los meses de abril, agosto y octubre del 2007. Ellos tomaron información in situ relativa a la ubicación, geología, composición litológica de los clastos, alteraciones, mineralizaciones, entre otros. Estos datos nos permiten caracterizar cada muestra a fin de asignarla a una unidad geológica predominante de aporte del sedimento.

Asimismo, se tomó información relativa a los parámetros físicoquímicos in situ, tales como la acidez (pH), la conductividad eléctrica, los sólidos totales disueltos y la temperatura.

El pH (Fig. 4.1) muestra sus valores más ácidos en el sector sureste, en Champará y Racuay en las inmediaciones del nevado Champará, en La Pampa y el poblado de Huarochirí sobre el río Santa. En estas localidades no se ha reportado actividad minera, circunscribiéndose a la extracción informal del carbón. El pH bajo se debería a la presencia de pirita en los sedimentos con niveles carbonosos (formación Chicama); en Pashpap se ha reportado un valor ácido debido a la presencia de sulfuros.

En el sector noreste, en Pallasca, la alta acidez también se debería a los niveles carbonosos de la formación Chicama (contaminación natural), mientras que en Chuvilca, Puyali y Michiquilca se debería a la presencia de actividad minera activa o inactiva en sus nacientes. La conductividad eléctrica (Fig. 4.2) tiene una relación directa con el total de sólidos disueltos-TDS (Fig. 4.3). Hay algunas muestras con valores elevados procedentes de Pallasca, Quiruvilca y Yuracmarca, correspondientes a la parte central del área con secuencias silicoclásticas del Cretácico inferior y emplazadas en las estribaciones andinas, de fuerte meteorización y clima seco. Esto ha originado una elevada disgregación de las areniscas y lutitas, facilitando la disolución de los mismos.

Métodos analíticos geoquímicos

Las muestras han sido preparadas y analizadas en los laboratorios de SGS del Perú, utilizando los métodos espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) por 53 elementos, con ataque de agua regia y ensayo al fuego - absorción atómica (oro), las cuales fueron previamente tamizadas en la malla 200 mesh (<75 µm). En el Cuadro 4.1 se muestran los límites de detección de cada elemento analizado.

Aseguramiento y control de calidad

El control de calidad involucra los cuidados que deben tomarse en cuenta durante las diversas etapas del estudio, desde el diseño hasta la elaboración de los mapas geoquímicos y la presentación de los resultados.

A las 912 muestras de sedimentos activos de quebrada se añadieron 103 muestras de control (33 estándares, 35 blancos y 35 duplicados) que controlan los tres parámetros de calidad: exactitud, grado de contaminación y precisión respectivamente, de manera que cada área del estudio cuente con los adecuados controles de calidad.

Precisión

Para el control de este parámetro de calidad se recolectaron muestras duplicadas para determinadas muestras de campo; cada muestra duplicada evaluará el grado de repetibilidad de los resultados analíticos, así como la buena aplicación de los protocolos de muestreo del geólogo en el campo.

A continuación se presentará un resumen de los resultados obtenidos en muestras duplicadas para el caso del cobre, zinc y vanadio.

En el Anexo (Cuadro 1) se presenta un resumen de las muestras duplicadas obtenidas en campo, donde los resultados de cobre

Cuadro 4.1
Límites de detección de los 53 elementos analizados

Elemento	Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd
Unidad	ppb	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
Límite Detec.	5	0,01	0,01	1	10	5	0,1	0,02	0,01	0,01

Elemento	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge	Hf	Hg
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite Detec.	0,05	0,1	1	0,05	0,5	0,01	0,1	0,1	0,05	0,01

Elemento	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb
Unidad	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm
Límite Detec.	0,02	0,01	0,1	1	0,01	0,01	5	0,05	0,01	0,05

Elemento	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite Detec.	0,5	50	0,2	0,2	0,01	0,05	0,1	1	0,3	0,5

Elemento	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y
Unidad	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite Detec.	0,05	0,02	0,05	0,1	0,01	0,02	0,05	1	0,1	0,05

Elemento	Yb	Zn	Zr
Unidad	ppm	ppm	ppm
Límite Detec.	0,1	1	0,5

mostraron una buena repetibilidad y las desviaciones estándares relativas no superan el limite de calidad, alcanzando como máximo 13,7% de desviación estándar relativa.

Los valores de zinc presentados en el Cuadro 2 (Anexo) demuestran que los resultados analíticos se encuentran dentro de los rangos aceptables en cuanto a repetibilidad. En algunos casos se muestran desviaciones estándares relativas por debajo de 1% y como máximo 19%.

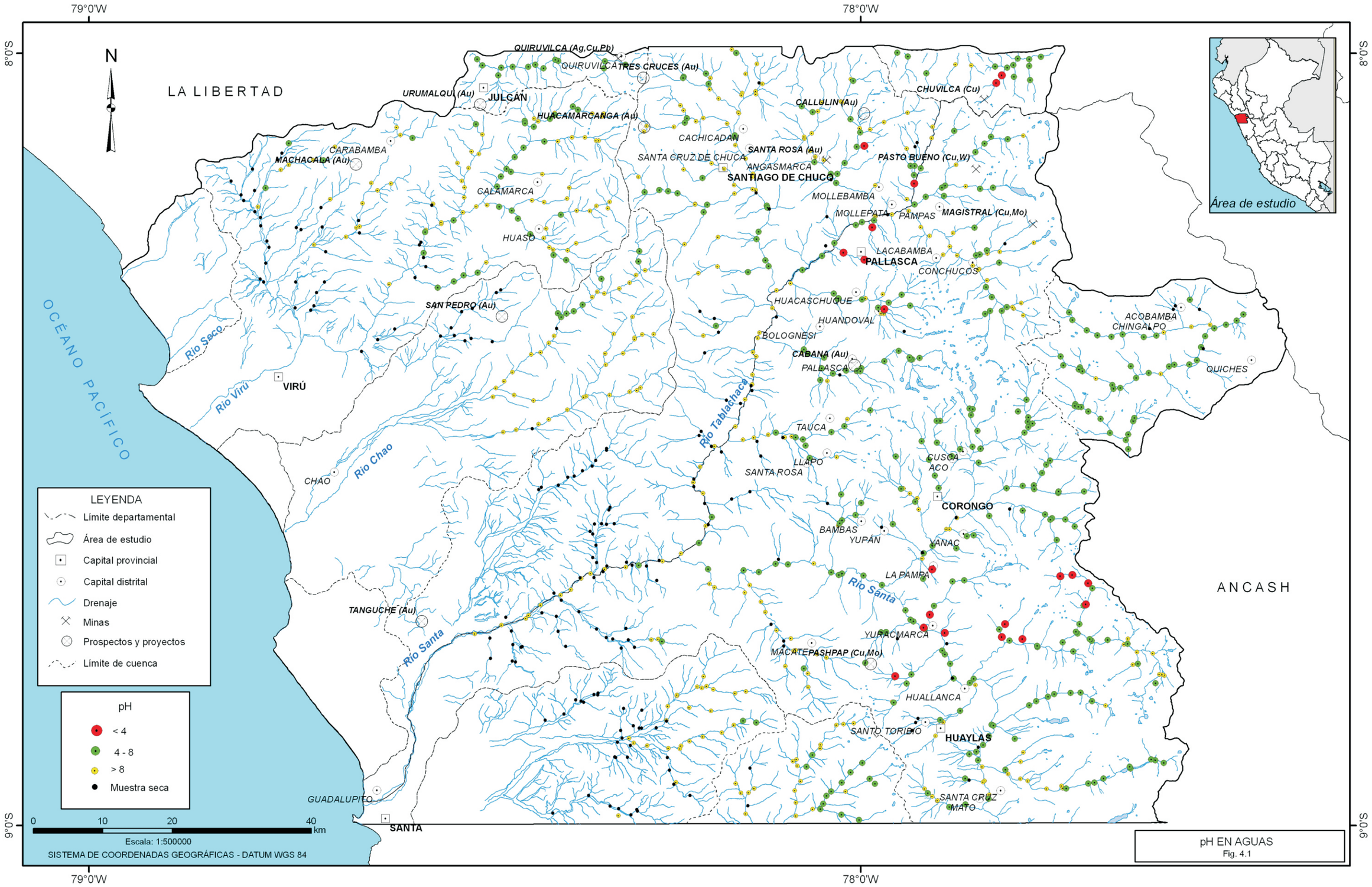
En el Cuadro 3 (Anexo) se presentan los valores obtenidos en muestras duplicadas para el caso del vanadio, donde se mantiene una repetibilidad aceptable en los resultados analíticos, con un máximo de desviación estándar relativa de 17%.

Exactitud

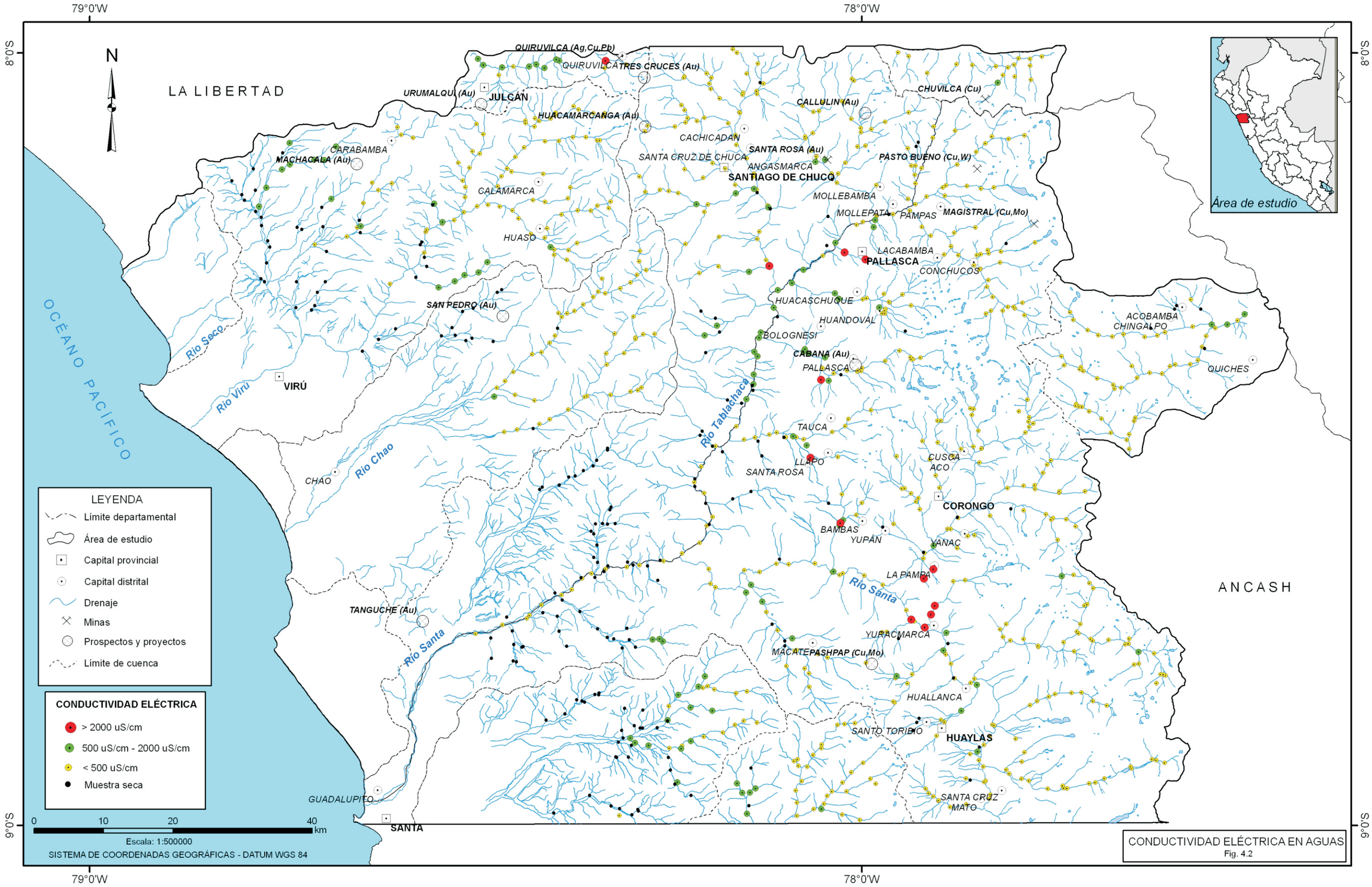
Este parámetro de calidad fue evaluado a través de la utilización de muestras estándares o muestras patrón que fueron adquiridas en los laboratorios de Geostats. Las muestras estándares controlaron la exactitud de los métodos analíticos, el rango de aceptabilidad para este parámetro estuvo determinado por el laboratorio que expide dichos estándares.

A continuación se presentarán cuadros resumiendo los resultados obtenidos para muestras estándares de los elementos cobre, níquel y zinc.

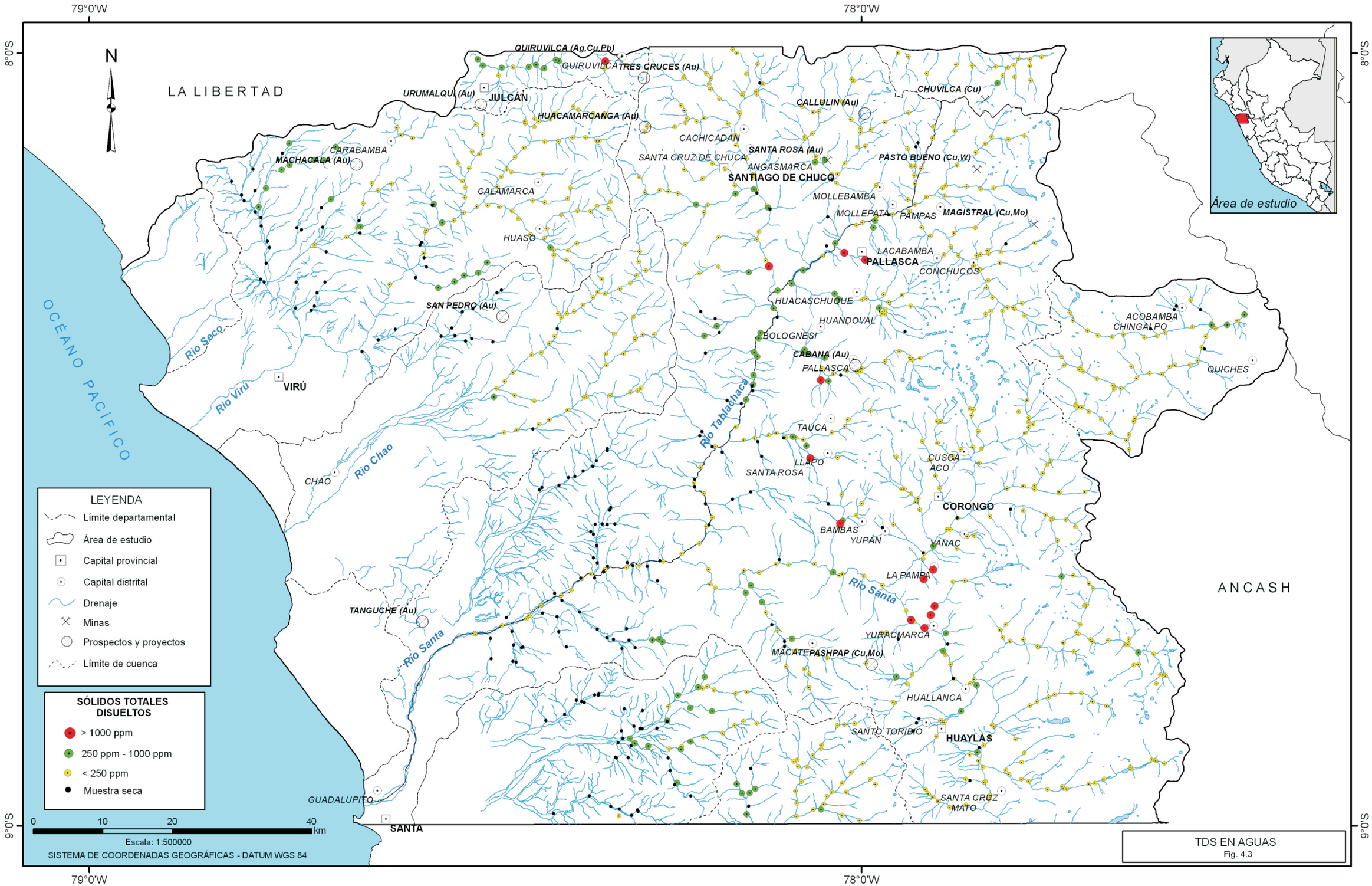
Las concentraciones de cobre reportadas en las muestras estándar analizadas (Anexo-Cuadro 4) se encuentran dentro de los rangos



pH EN AGUAS
Fig. 4.1



CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN AGUAS
Fig. 4.2



TDS EN AGUAS
Fig. 4.3

PÁGINA EN BLANCO

de aceptabilidad, lo que muestra que los resultados tienen buena exactitud analítica.

Los resultados de níquel obtenidos en las muestras estándares (Anexo, Cuadro 5) se encuentran dentro de los límites de aceptación, confirmándose así la buena exactitud de los procedimientos analíticos.

Las concentraciones de zinc registradas en las muestras estándares para sedimentos activos de quebrada se encuentran dentro de los límites permisibles (Anexo, Cuadro 6), observándose una aceptable exactitud analítica de los ensayos químicos.

Contaminación

Para la verificación de posibles sustancias contaminantes presentes en los lotes de muestras analizadas, se emplearon muestras blancos, controlándose de esta manera la presencia de contaminación durante la etapa de muestreo, manipulación y análisis químico de las muestras de sedimentos de quebrada.

Las muestras blanco consistieron de arena cuarzosa, con concentraciones conocidas de los principales elementos traza, y se insertaron con las demás muestras de campo. En el Anexo se presentan los cuadros que resumen los resultados obtenidos en las muestras blanco para los siguientes analitos: plata, arsénico, cadmio, cobre, mercurio, níquel, plomo, antimonio y zinc. Según los resultados mostrados en el Cuadro 7, podemos concluir que el total de las muestras analizadas se encuentran libres de contaminación, puesto que no exceden los límites de aceptabilidad, salvo el arsénico y el zinc que presentan un caso en el cual se excede el limite, pero a su vez estos valores se encuentran dentro de los rangos de advertencia, validándose de esta manera los resultados obtenidos.

Análisis Estadístico

Antes del procesamiento estadístico de los datos se tuvo en cuenta lla fuente de procedencia de cada muestra de sedimento, de acuerdo a las unidades litológicas aflorantes; en el caso que el sedimento provenga de dos o más unidades litológicas, la muestra fue asignada a la que tenía mayor representación en el lugar de muestreo. Así, los datos fueron agrupados en seis poblaciones estadísticas (Cuadro 4.2), las cuales tienen en común el carácter litológico y temporal. Un total de 900 muestras fueron consideradas de acuerdo a este criterio.

Como se puede apreciar en dicho cuadro, existen tres poblaciones de rocas sedimentarias: la primera es del Jurásico, representada por la formación Chicama, en tanto que las dos restantes son cretáceas, una predominantemente clástica (la número 2) y otra carbonatada (la número 3). La población 4 está constituida por volcánicos paleógeno-neógenos (grupo Calipuy), mientras que la 5 y la 6 corresponden a intrusivos del Cretácico superior y del Neógeno respectivamente.

Una vez definidas las poblaciones, se comprueba que todas pueden ser analizadas estadísticamente pues incluso la que tiene la menor cantidad de muestras (47, la de los sedimentarios carbonatados cretácicos) supera el mínimo de 40.

Procesamiento Estadístico

Una vez asignada cada muestra a cada ambiente geológico de donde provienen principalmente los sedimentos recolectados, se elaboró el procesamiento estadístico univarial, bivarial y multivarial. Mediante el tratamiento estadístico univarial se determinó el tipo de distribución de cada elemento en cada uno de los ambientes geológicos, con lo que se ha llegado a establecer que en algunos casos la misma es normal, log-normal o errática. Este procedimiento consiste en el análisis de histogramas y diagramas de «cajas y bigotes» que caracterizan cada caso. Los outliers no fueron tomados en cuenta para la determinación de los valores de fondo o umbrales geoquímicos.

A través del tratamiento estadístico bivarial se establecen las

Cuadro 4.2
Poblaciones estadísticas y unidades geológicas que las conforman

N.°	Población estadística	Unidades geológicas	N° de muestras
1	Sedimentarios clásticos del Jurásico	Formación Chicama	178
2	Sedimentarios del Cretácico inferior	Formaciones Oyón, Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat	139
3	Sedimentarios carbonatados del Cretácico	Formaciones Pariahuanca, Chúlec, Pariatambo Formaciones Jumasha y Celendín	47
4	Volcánicos del Paleógeno-Neógeno	Volcánicos Calipuy	264
5	Intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno	Batolito de la Costa	176
6	Intrusivos del Neógeno	Batolito de la Cordillera Blanca	96

relaciones entre pares de elementos químicos, las cuales en muchos casos pueden caracterizar un determinado ambiente geológico.

El tratamiento estadístico multivarial se realizó mediante el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis *cluster* o de conglomerados, con los que se pretende definir una estructura de serie más pequeña de dimensiones compuestas o valores teóricos (componentes) nuevos que condensen la información resultante de la muestra de 42 elementos tomados en 900 observaciones. La técnica de componentes principales permite identificar dicha estructura mediante la optimización de la reducción de la información de las variables originales. Del resultado de los análisis previamente descritos se seleccionaron elementos para el análisis multivarial. Mediante el ACP se definió una estructura de agrupación de variables según su capacidad de explicar la varianza total de los elementos de la muestra; asimismo, se redujo las variables originales que permitieron una clasificación de las muestras.

Para realizar este análisis es necesaria una transformación previa de las variables, acotando los valores atípicos. De acuerdo a lo tratado en el análisis univarial, para el caso de elementos con comportamiento leptocúrtico con asimetría positiva, se efectuó la transformación del logaritmo neperiano.

Con respecto a los valores atípicos (outliers), dado que pueden distorsionar el tratamiento multivarial al aportar ruído estadístico en la muestra, han sido eliminados para determinar los parámetros estadísticos.

Análisis de componentes principales

El objetivo de este análisis es reducir el elevado volumen de información generado por 42 variables geoquímicas de 900 muestras de sedimento a un número más reducido de variables que sintetice el comportamiento de los elementos analizados, basándose en las relaciones internas entre ellos. Este nuevo conjunto de variables (componentes) están correlacionados entre sí y representan de forma conjunta la misma varianza que el total de las 42 variables originales. Además, permite ordenar los componentes según la varianza que explican. El análisis involucró todas las variables, exceptuando aquellas con nulo grado de dispersión.

Los componentes se obtuvieron mediante un proceso de rotación del espacio factorial, habiendo sido seleccionados los autovalores que superan el valor de 1. El resultado varía para cada población estadística, habiéndose obtenido de 5 a 10 componentes que significan del 76 al 80% de la varianza total explicada (Anexo, cuadros 8 al 13).

Una vez seleccionados los componentes se ha realizó el análisis de componentes principales aplicando una rotación ortogonal mediante el método Varimax, con el que se maximiza la suma de las varianzas de las cargas requeridas de la matriz de factores.

También se evaluaron las comunalidades, que son estimaciones de la varianza compartida o común entre los elementos, resultando algunos elementos con baja significatividad, según sea la población evaluada.

Posteriormente se asignó puntuaciones a cada muestra según el valor de cada uno de los componentes; dichas puntuaciones se utilizan para el análisis *cluster*.

Estudiadas las pautas de distribución espacial y los elementos asociados en cada componente, se describe a continuación las características de los tres componentes principales de cada población por considerarse los más significativos desde el punto de vista geoquímico.

En las muestras tratadas se obtuvo una asociación casi común, es el caso de las tierras raras, que constituyen un grupo bastante definido, pero que en el presente trabajo no han sido consideradas para la determinación de anomalías en vista del mayor interés económico que significan otros elementos como los metales base y los metales preciosos.

En cada ambiente geológico se aplicó esta técnica a fin de determinar o identificar asociaciones de elementos que permitan caracterizarlos, haciendo especial énfasis en los metales de interés mencionados líneas arriba. A continuación se mencionan los componentes obtenidos en cada ambiente, en los que los autovalores son superiores a la unidad. Luego de obtenidos dichos componentes, estos fueron rotados por el método de Normalización Varimax con Kaiser; dependiendo de cada caso se determinaron las iteracciones necesarias para la convergencia.

En el anexo correspondiente se encuentran las matrices de los componentes rotados para cada población estadística, que corresponden a determinados ambientes geológicos.

<u>Componentes principales en sedimentarios clásticos jurásicos</u>

Fueron extraídos 9 componentes con autovalores superiores a 1 (Fig. 4.4), habiendo convergido la rotación en 26 iteracciones. Hay puntuaciones importantes en los dos primeros componentes, en ninguno de los cuales se halla el oro (Fig. 4.5).

- **Componente 1**
Es una agrupación de 11 elementos: antimonio, bismuto, plomo, arsénico, indio, plata, cobre, wolframio, telurio, zinc y cadmio.
- **Componente 2**
Esta agrupación reúne 12 elementos (incluyendo algunas tierras raras): cerio, lantano, torio, uranio, galio, niobio, rubidio, itrio, iterbio, terbio, lutecio y litio.

<u>Componentes principales en sedimentarios clásticos cretácicos</u>
Han sido extraídos 9 componentes (Fig. 4.6) y para efectos de la rotación se logró la convergencia en 38 iteracciones.

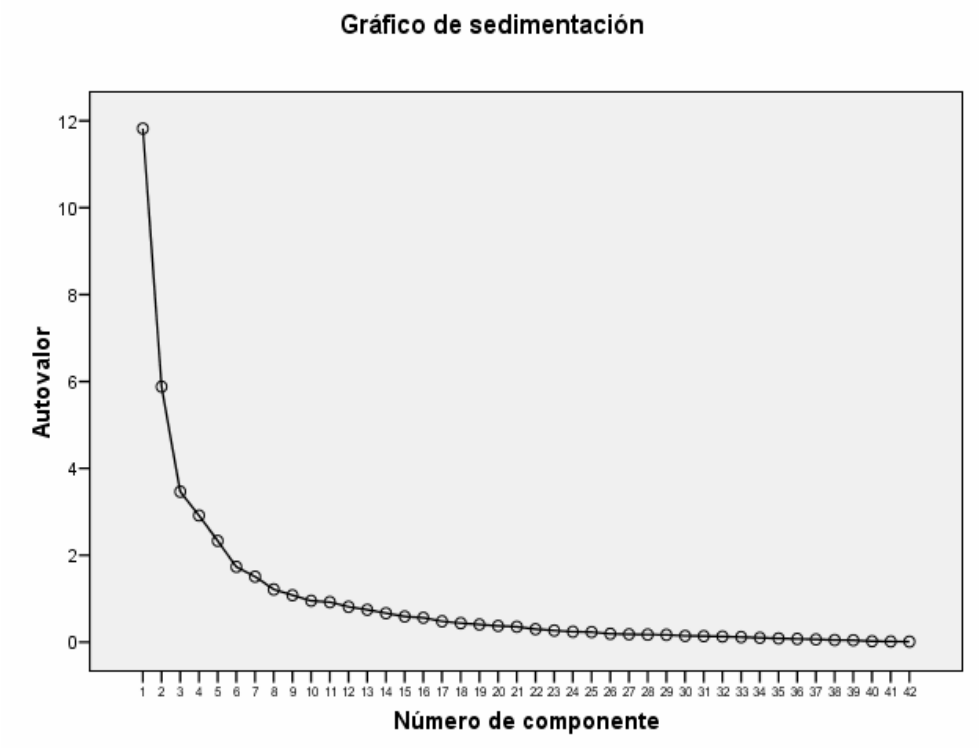


Figura 4.4: Gráfico de sedimentación - Sedimentarios clásticos jurásicos.

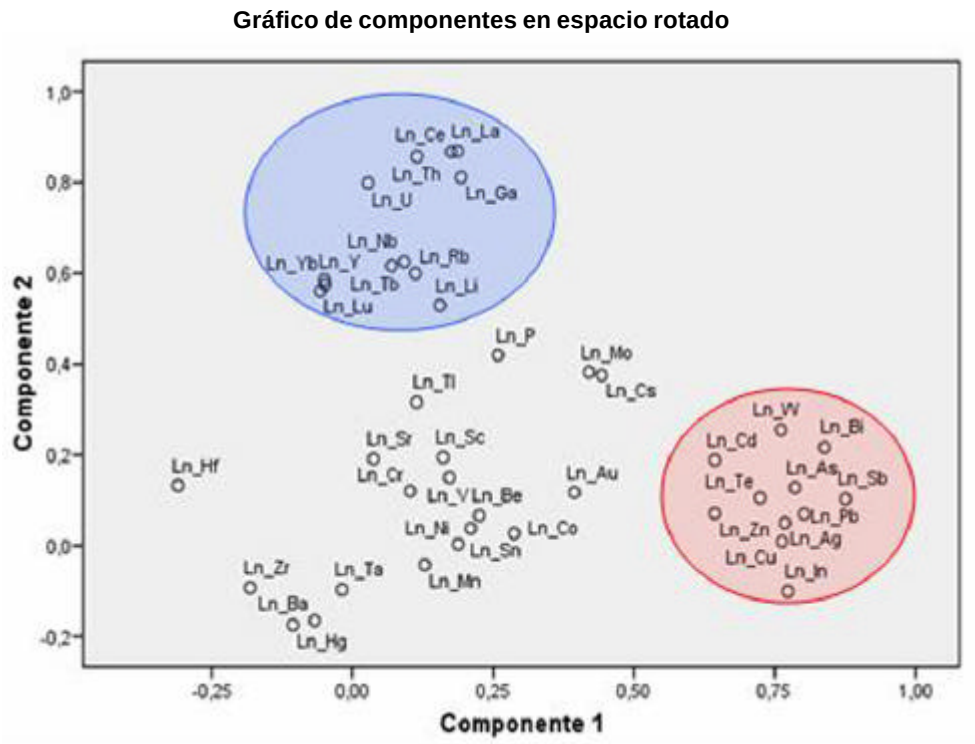


Figura 4.5: Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios jurásicos.

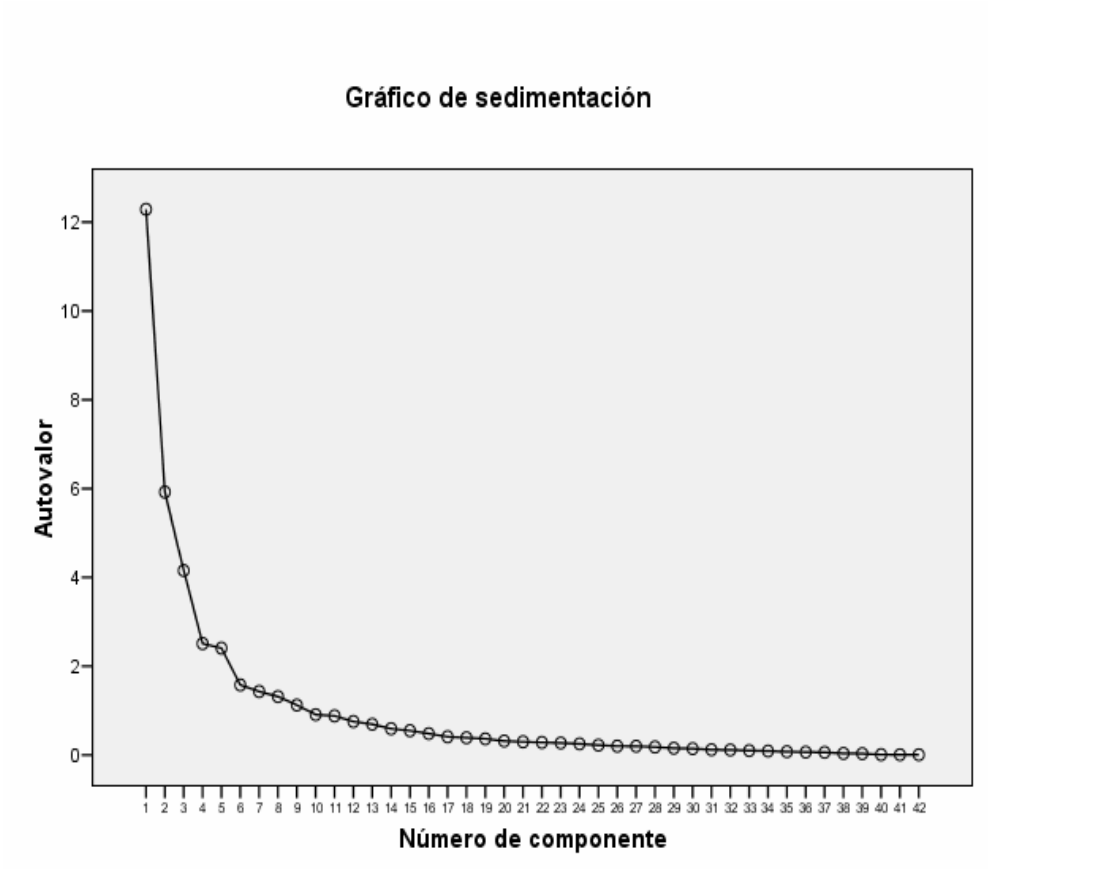


Figura 4.6: Gráfico de sedimentación - Sedimentarios clásticos Cretácicos.

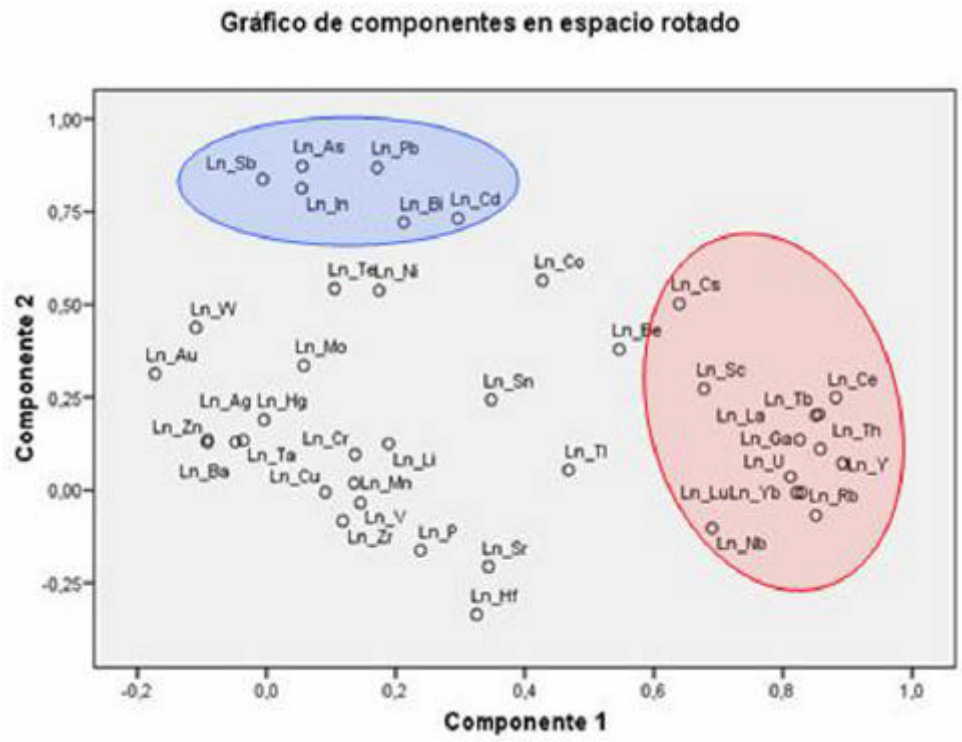


Figura 4.7: Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios clásticos Cretácicos

En este ambiente existen tres componentes con buenas puntuaciones (Fig. 4.7 y 4.8). En este caso, los elementos a tratar, por ser de mayor interés económico, serán los resultantes en los componentes 2 y 3.

- **Componente 1**
Se identifica una agrupación de 13 elementos: cesio, escandio, niobio, uranio, galio, lutecio, iterbio, terbio, lantano, rubidio, torio, cerio e itrio.
- **Componente 2**
Constituido por 6 elementos: arsénico, plomo, antimonio, indio, cadmio y bismuto.
- **Componente 3**
Incluye 4 elementos importantes: plata, cobre, zinc y oro. A diferencia de los sedimentarios jurásicos, estos elementos forman una asociación separada de los que constituyen el componente 2.

Componentes principales en sedimentarios carbonatados cretáceos
Fueron extraídos 5 componentes (Fig. 4.9), los cuales al ser sometidos a rotación lograron converger en 7 iteracciones.

Resultan tres componentes con buenas puntuaciones (Figs. 4.10 y 4.11), los cuales permiten caracterizar este ambiente geológico. En este caso, los componentes seleccionados para el tratamiento univarial son el 1 y el 3.

- **Componente 1**
Consiste en la asociación: antimonio, arsénico, cesio, plomo, cadmio, oro, uranio y plata.

A diferencia de los anteriores ambientes geológicos analizados, en este componente ocurren dos elementos cesio y uranio que distinguen tal asociación.

- **Componente 2**
Constituido por tierras raras: itrio, iterbio, lutecio, cerio, lantano y terbio.
- **Componente 3**
Con cuatro elementos (manganeso, cobre, zinc y litio) que conforman una asociación distintiva, considerando las resultantes en los otros ambientes sedimentarios.

Componentes principales en volcánicos paleógeno-neógenos
Se extrajeron 10 componentes (Fig. 4.12) que al ser rotados convergieron en 32 iteracciones.

Hay tres componentes que destacan (Figs. 4.13 y 4.14), de los cuales los dos primeros permiten caracterizar este ambiente. Los elementos de los componentes 2 y 3 son considerados para el tratamiento estadístico univarial.

- **Componente 1**
Se trata de una agrupación de 14 elementos: itrio, terbio, lutecio, iterbio, galio, cerio, lantano, escandio, rubidio, berilio, cesio, torio, cobalto y uranio, diferenciándose de las existentes en los ambientes sedimentarios por la presencia de cobalto.
- **Componente 2**
Constituido por 7 elementos: arsénico, antimonio, plomo, cadmio, telurio, indio y wolframio. A diferencia de las asociaciones

Gráfico de componentes en espacio rotado

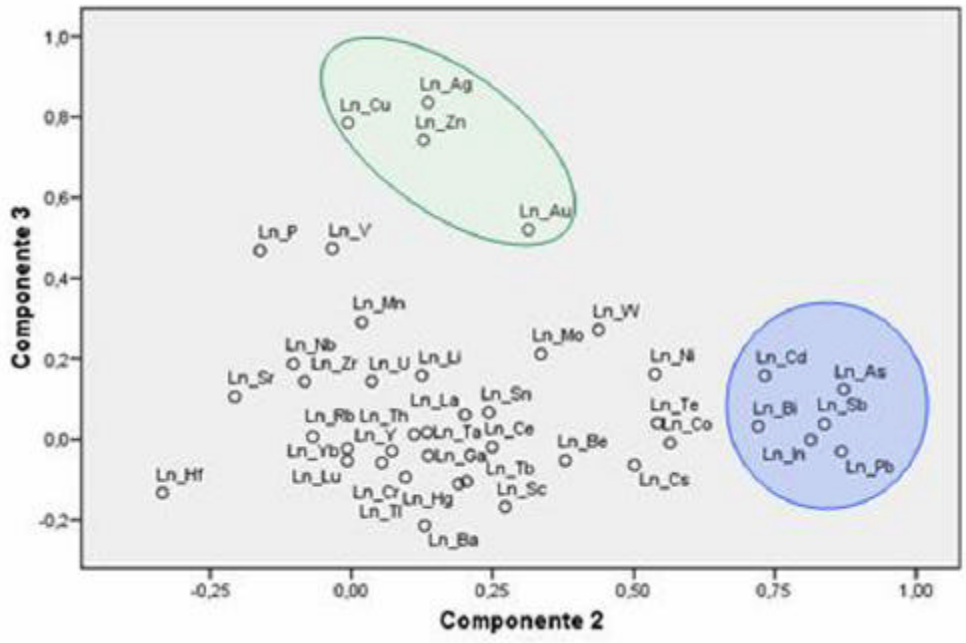


Figura 4.8: Gráfico de componentes 2 y 3 – Sedimentarios clásticos Cretácicos.

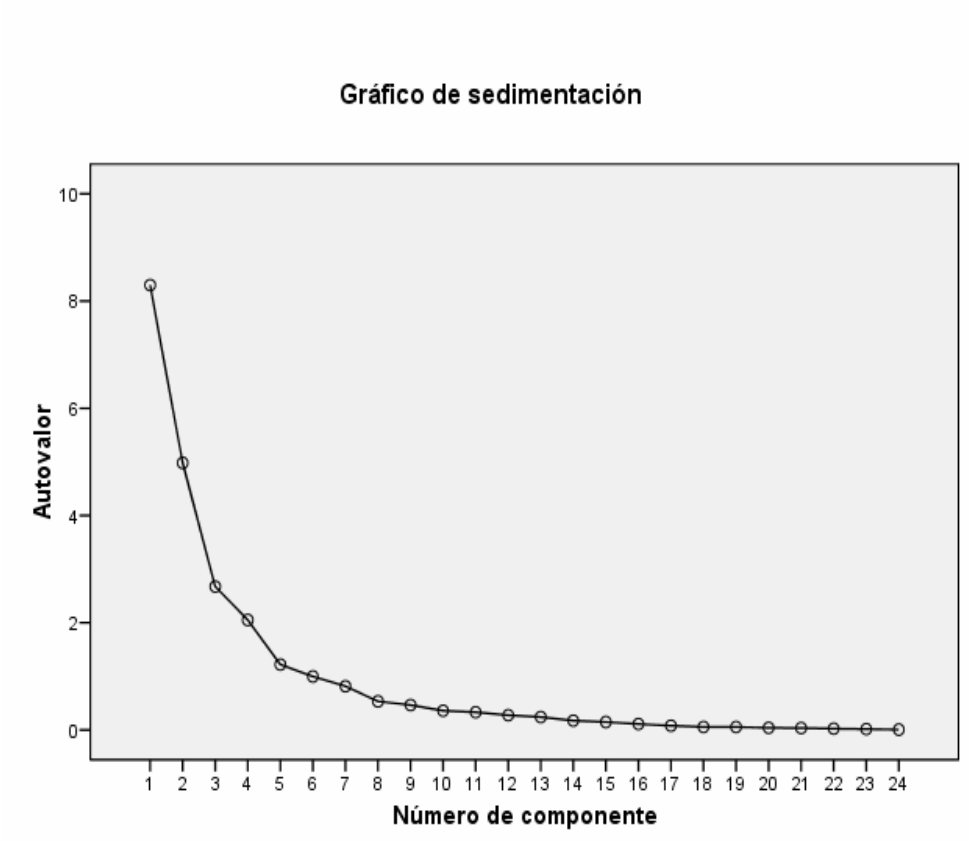


Figura 4.9: Gráfico de sedimentación - Sedimentarios carbonatados Cretácicos.

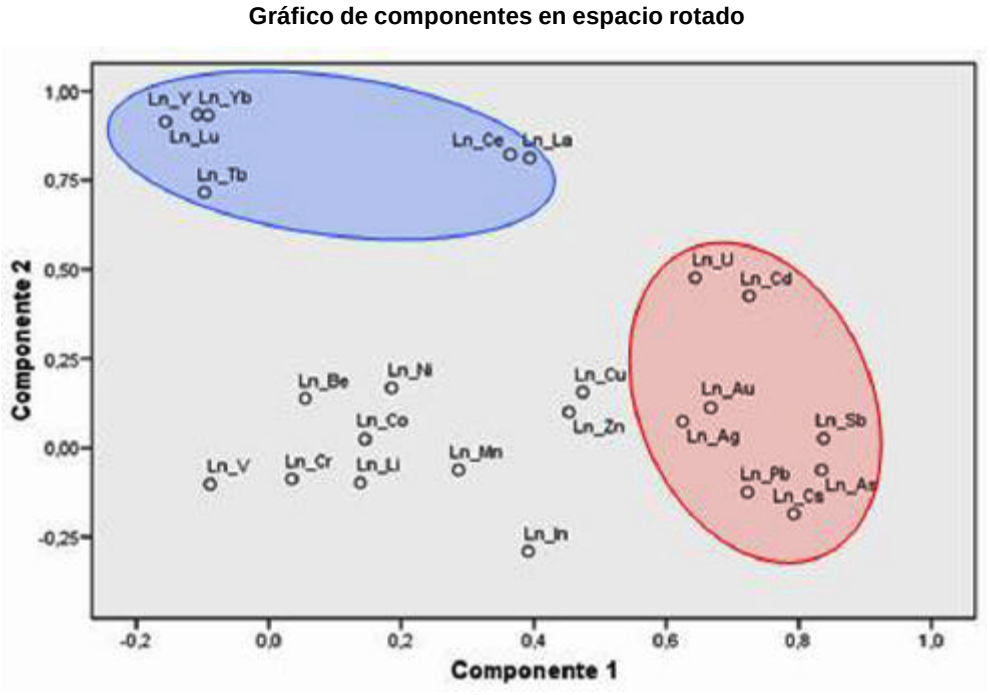


Figura 4.10: Gráfico de componentes 1 y 2 – Sedimentarios carbonatados Cretácicos.

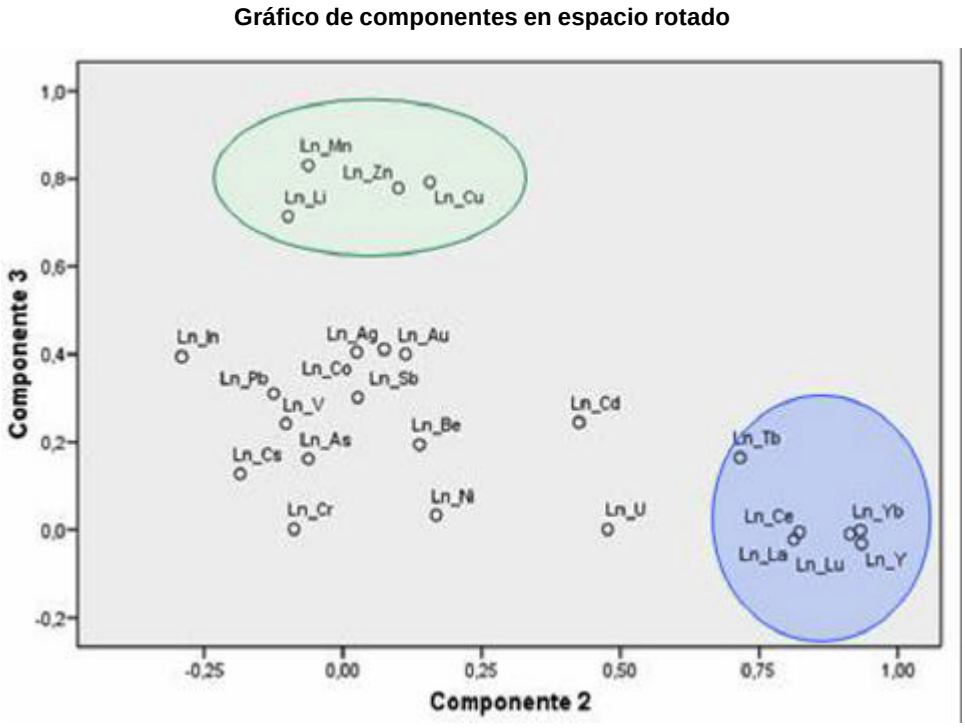


Figura 4.11: Gráfico de componentes 2 y 3 – Sedimentarios carbonatados Cretácicos.

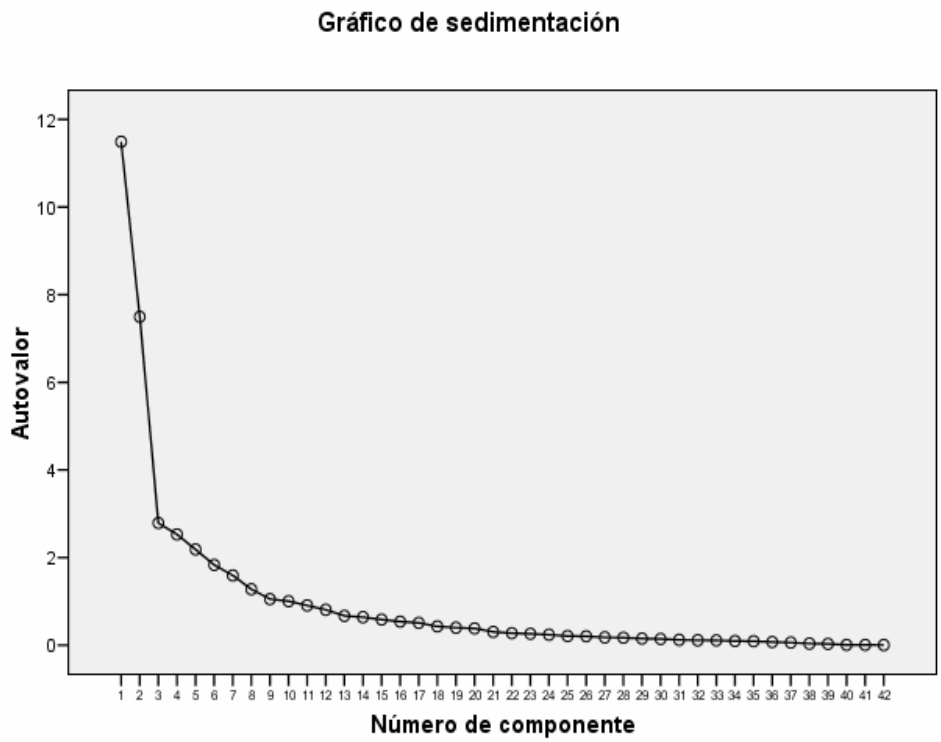


Figura 4.12: Gráfico de sedimentación - Volcánicos paleógeno-neógenos.

identificadas en los ambientes sedimentarios, en esta se incluye el wolframio.

- **Componente 3**

Conformado por zinc, cobre, plata y oro, la misma asociación determinada en los sedimentarios clásticos Cretácicos.

Componentes principales en intrusivos Cretácico-paleógenos

Fueron extraídos 10 componentes (Fig. 4.15), los cuales al ser rotados convergieron en 12 iteracciones.

Se identifican tres componentes con buenas puntuaciones (Figs. 4.16 y 4.17). Tanto el cobre como el zinc alcanzan puntuaciones bajas, sin llegar a agruparse en ninguno de los componentes que a continuación se detallan. Los componentes 2 y 3 son los considerados para el procesamiento univarial.

- **Componente 1**

Es la asociación que incluye algunas tierras raras: itrio, iterbio, terbio, cerio, lutecio, galio, lantano, escandio, rubidio, berilio, cesio y torio. Se diferencia de los volcánicos porque en esta no ocurren el cobalto ni el uranio.

- **Componente 2**

Integrado solamente por 5 elementos, a diferencia de los 7 que fueron identificados en los volcánicos: antimonio, arsénico, plomo, bismuto e indio.

- **Componente 3**

Los elementos plata y oro componen este grupo sin asociarse a otros elementos traza.

Componentes principales en intrusivos neógenos

Se extrajeron 9 componentes (Fig. 4.18) que al ser rotados convergieron en 25 iteracciones.

Ocurren tres componentes con buenas puntuaciones (Figs. 4.19 y 4.20). El oro no alcanza buena puntuación en ninguno de las componentes, a diferencia de los otros intrusivos donde se asocia a la plata. En este caso, los elementos del componente 1 fueron considerados para el tratamiento univarial.

- **Componente 1**

Conformado por 9 elementos: antimonio, selenio, telurio, plomo, bismuto, indio, arsénico, cadmio y wolframio, cuatro de los cuales no se hallan en la asociación identificada en los intrusivos Cretácico-paleógenos.

- **Componente 2**

Integrado solamente por 6 elementos: itrio, terbio, iterbio, lutecio, cerio y lantano, los cuales forman parte de la asociación determinada en el otro ambiente intrusivo.

- **Componente 3**

Constituido por zinc, manganeso, plata, cobre y oro, asociación diferente a la identificada en la anterior población, en la que solamente se asocian oro y plata.

Análisis *cluster* (o de conglomerados)

Esta técnica permite desarrollar subgrupos significativos de elementos, clasificando la muestra en un número de grupos mutuamente excluyentes, basados en similitudes entre los

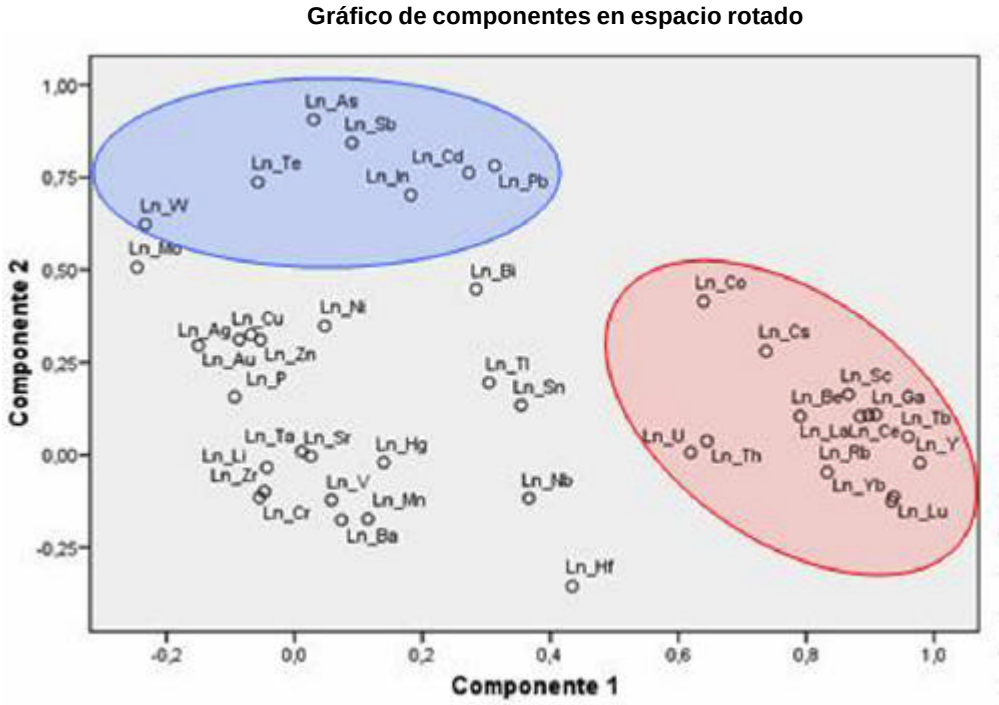


Figura 4.13: Gráfico de componentes 1 y 2 – Volcánicos paleógeno-neógenos.

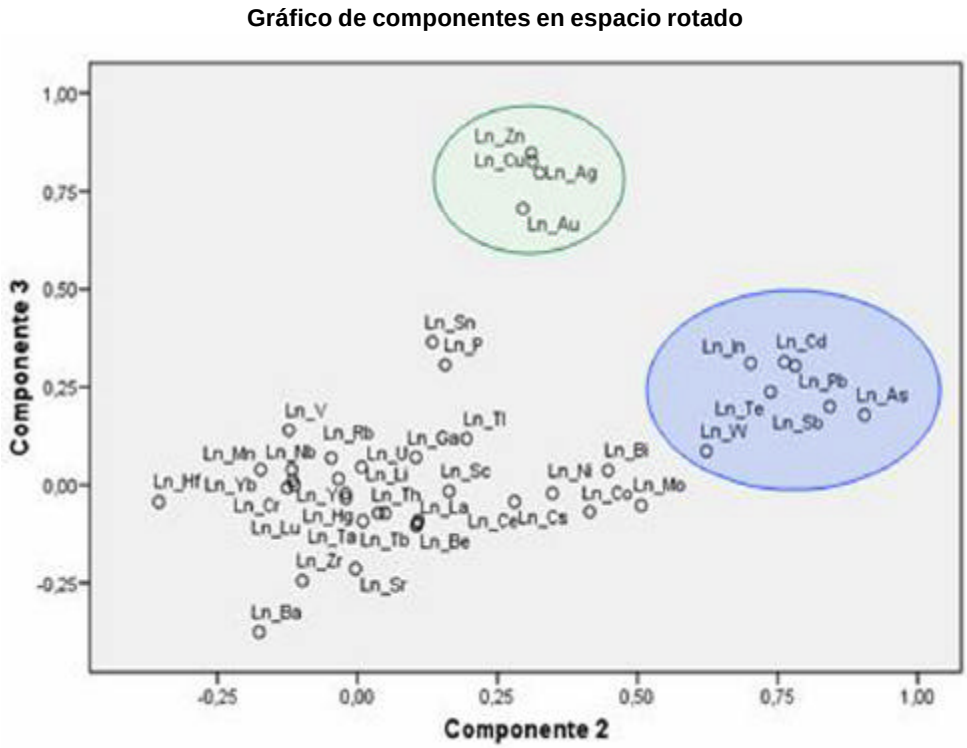


Figura 4.14: Gráfico de componentes 2 y 3 – Volcánicos paleógeno-neógenos.

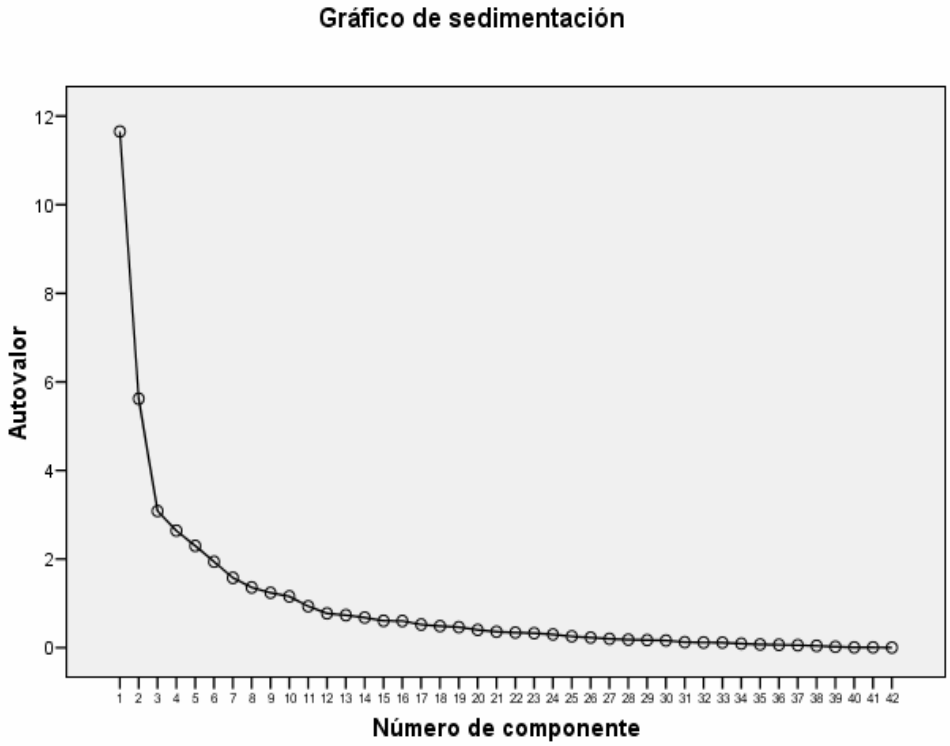


Figura 4.15: Gráfico de sedimentación - Intrusivos Cretácico-paleógenos.

componentes; dichas similitudes se basan en las medidas de correlación. Las puntuaciones consideradas son superiores a 0,5. A partir de la matriz de los factores *score* deducida del análisis de componentes principales se ha establecido el número de grupos a constituir.

Análisis *cluster* en sedimentarios clásticos del Jurásico

En esta población destaca un grupo de doce elementos (Fig. 4.21), los cuales están subagrupados de la siguiente manera:

- Cobre, plata, zinc.
- Arsénico, antimonio, plomo, bismuto, indio, cadmio; wolframio, terbio.
- Oro, el cual se une finalmente a los dos subgrupos anteriores.

De los 42 elementos considerados, tanto el mercurio como el tantalio son los últimos en relacionarse.

Análisis *cluster* en sedimentarios del Cretácico inferior

Se han identificado dos grupos (Fig. 4.22) claramente definidos:

- Arsénico, plomo, antimonio, indio, cadmio, bismuto, telurio.
- Cobre-plata-oro-molibdeno, wolframio; manganeso, zinc, litio.

De los 42 elementos, el tantalio y el mercurio se relacionan al final, con los índices de correlación más bajos.

Análisis *cluster* en sedimentarios carbonatados del Cretácico

Se tienen dos grupos de elementos (Fig. 4.23), siendo el primero de ellos el de mayor interés:

- Cobre, zinc, manganeso; arsénico, antimonio, plomo, plata; cesio, oro, indio, litio.
- Berilio, cobalto, níquel.

De los 24 elementos considerados, el cromo y vanadio son los elementos con índices de correlación más bajos, agrupándose los restantes al final.

Análisis *cluster* en volcánicos del Paleógeno-Neógeno

Se han definido tres grupos (Fig. 4.24):

- Cobre, zinc, plata, oro.
- Arsénico, antimonio, cadmio, plomo, indio, telurio
- Molibdeno, wolframio, níquel.

De los 42 elementos, el tantalio, fósforo y litio tienen los más bajos índices de correlación.

Análisis *cluster* en intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

Se han identificado dos grupos principales (Fig. 4.25):

- Arsénico, antimonio, bismuto, cadmio, plomo, cobalto, indio.
- Cobre, zinc, litio, manganeso, bario.
- Oro, plata; molibdeno, telurio.

De los 42 elementos, el bario y estroncio son los que tienen los más bajos índices de correlación.

Análisis *cluster* en intrusivos del Neógeno

Existe una gran agrupación de doce elementos (Fig. 4.26) a la que el oro se une finalmente. Esta agrupación parte de dos subgrupos:

- Arsénico, cadmio, antimonio, telurio, bismuto, indio, plomo, a los cuales se les adicionan los siguientes elementos:
- Zinc, plata, cobre, manganeso.

El oro se llega a unir, luego del antimonio, a las asociaciones antes mencionadas.

De los 42 elementos, el hafnio y el mercurio tienen los índices de correlación más bajos.

Gráfico de componentes en espacio rotado

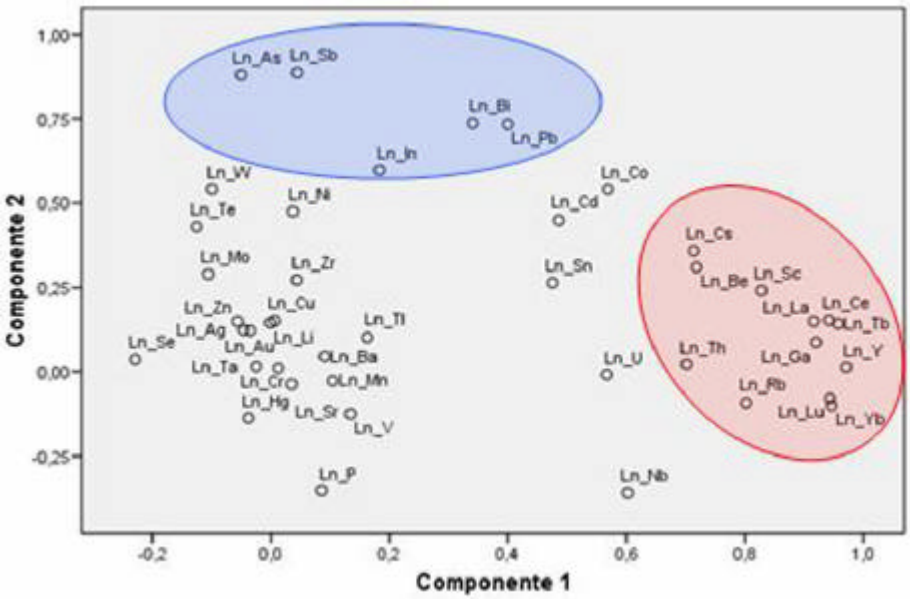


Figura 4.16: Gráfico de componentes 1 y 2 – Intrusivos Cretácico-paleógenos

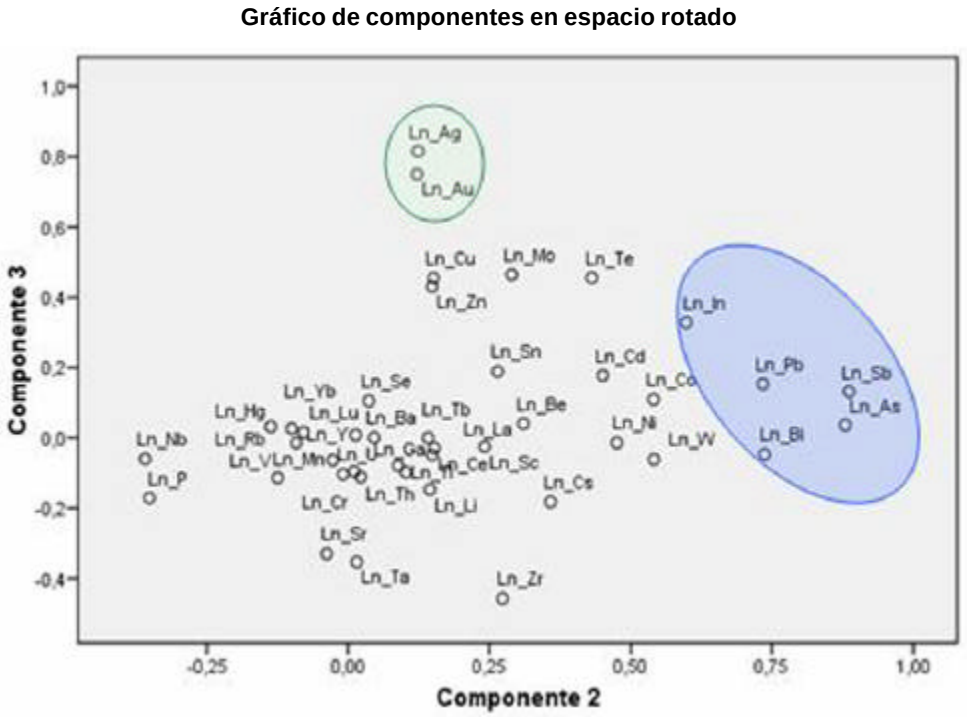


Figura 4.17: Gráfico de componentes 2 y 3 – Intrusivos Cretácico-paleógenos.

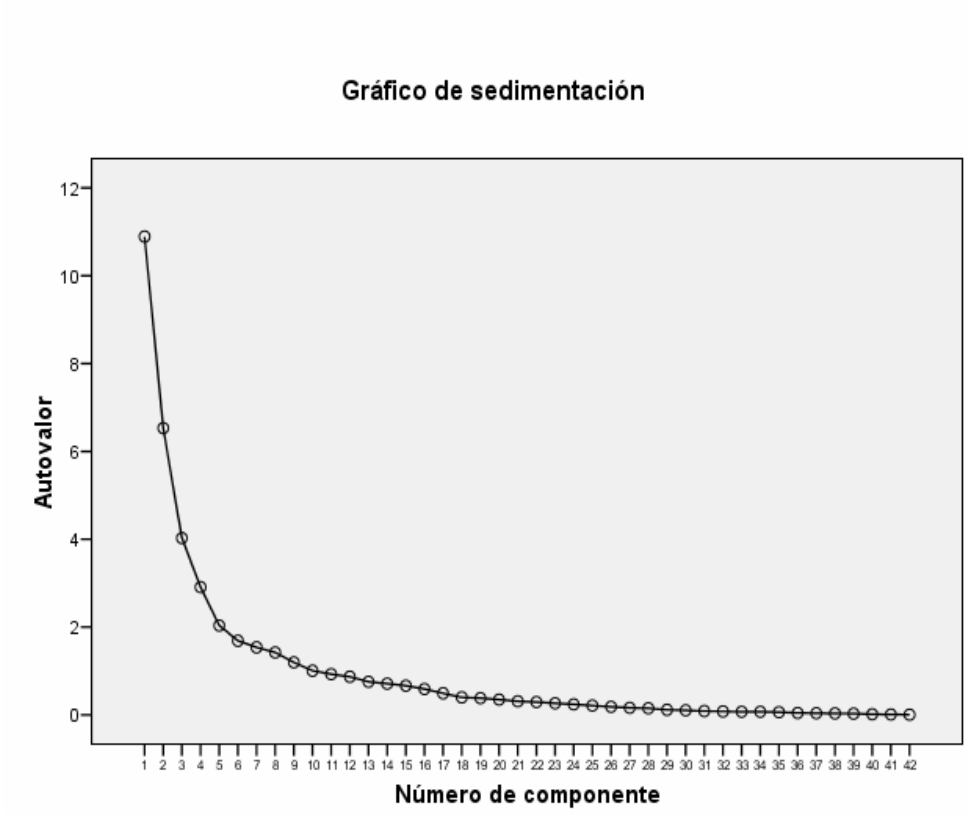


Figura 4.18: Gráfico de sedimentación - Intrusivos neógenos.

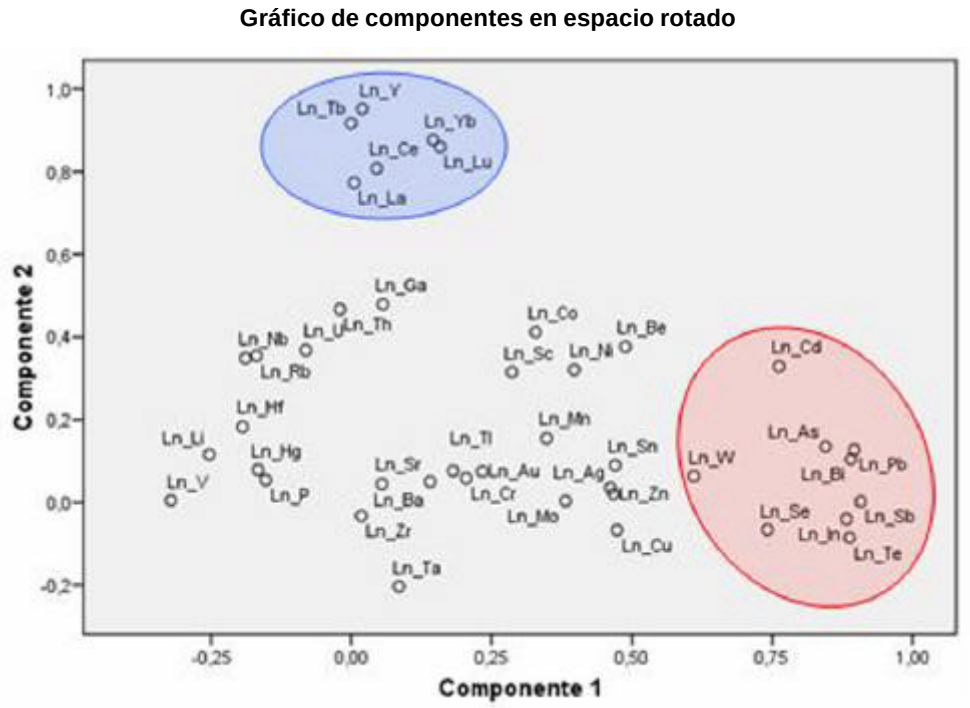


Figura 4.19: Gráfico de componentes 1 y 2 – Intrusivos neógenos.

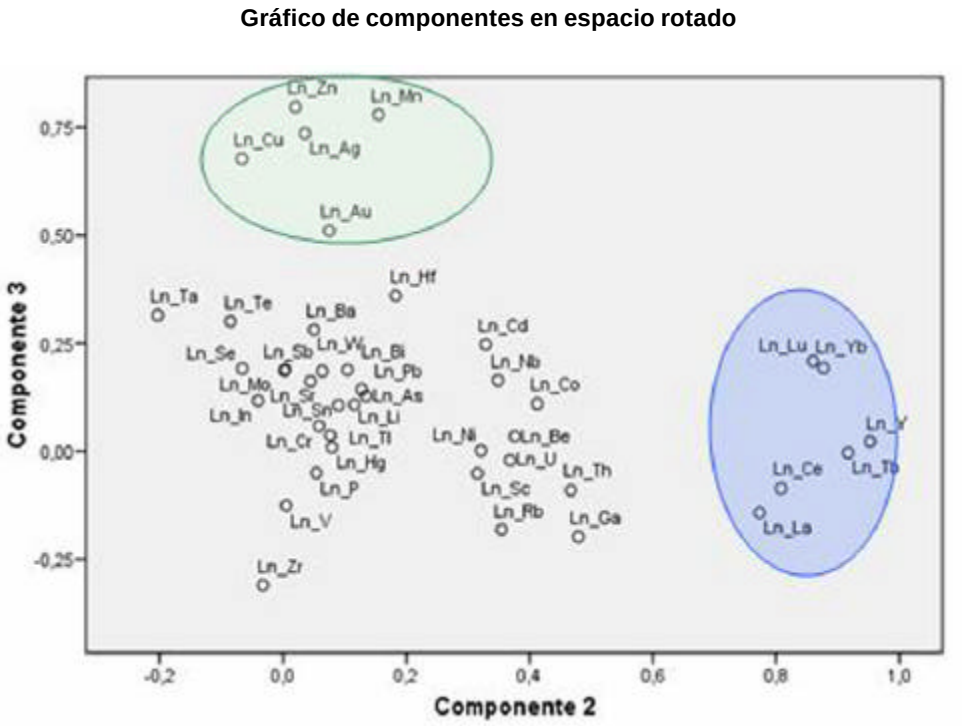


Figura 4.20: Gráfico de componentes 2 y 3 – Intrusivos neógenos

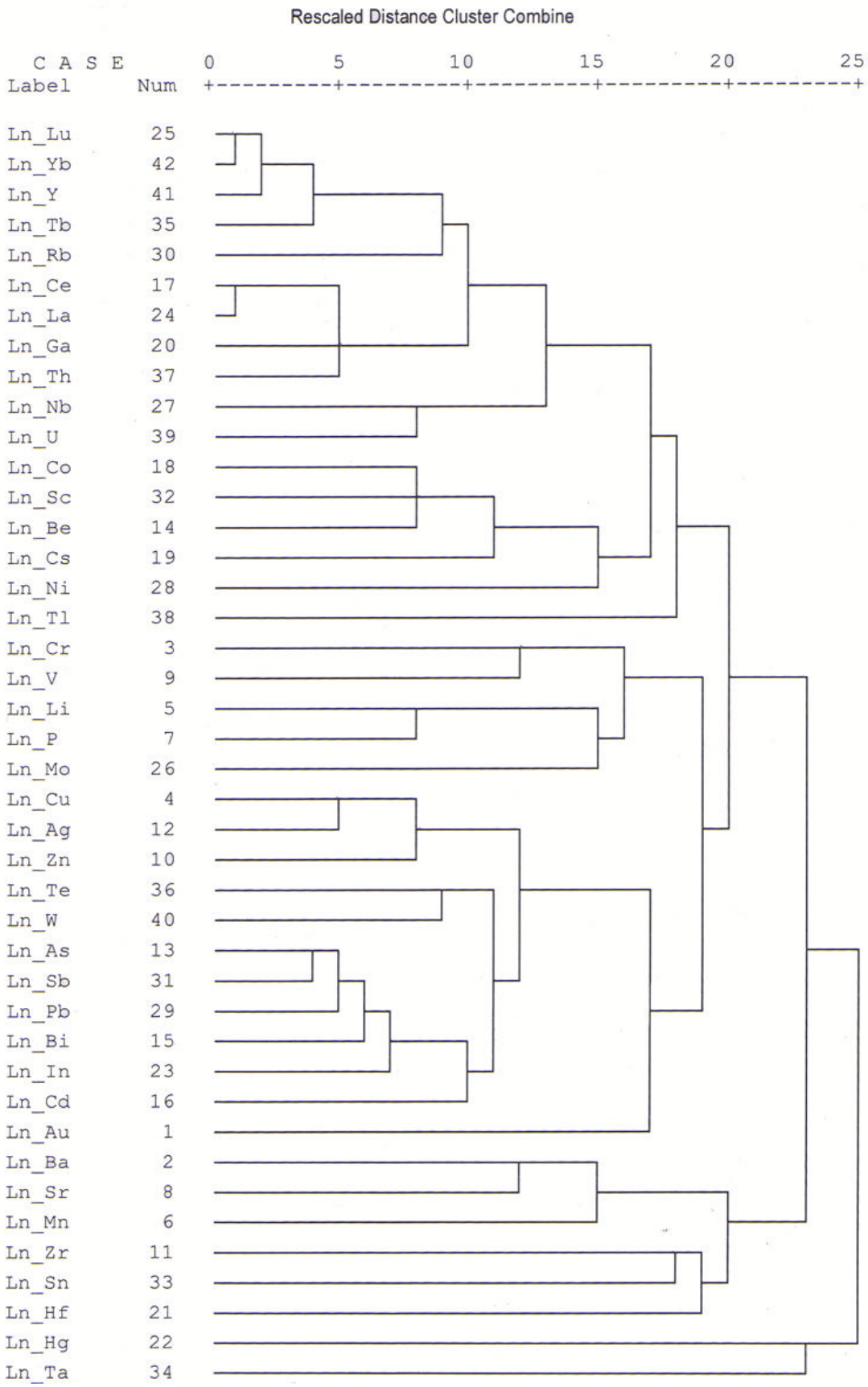


Figura 4.21: Dendograma de sedimentarios clásticos del Jurásico.

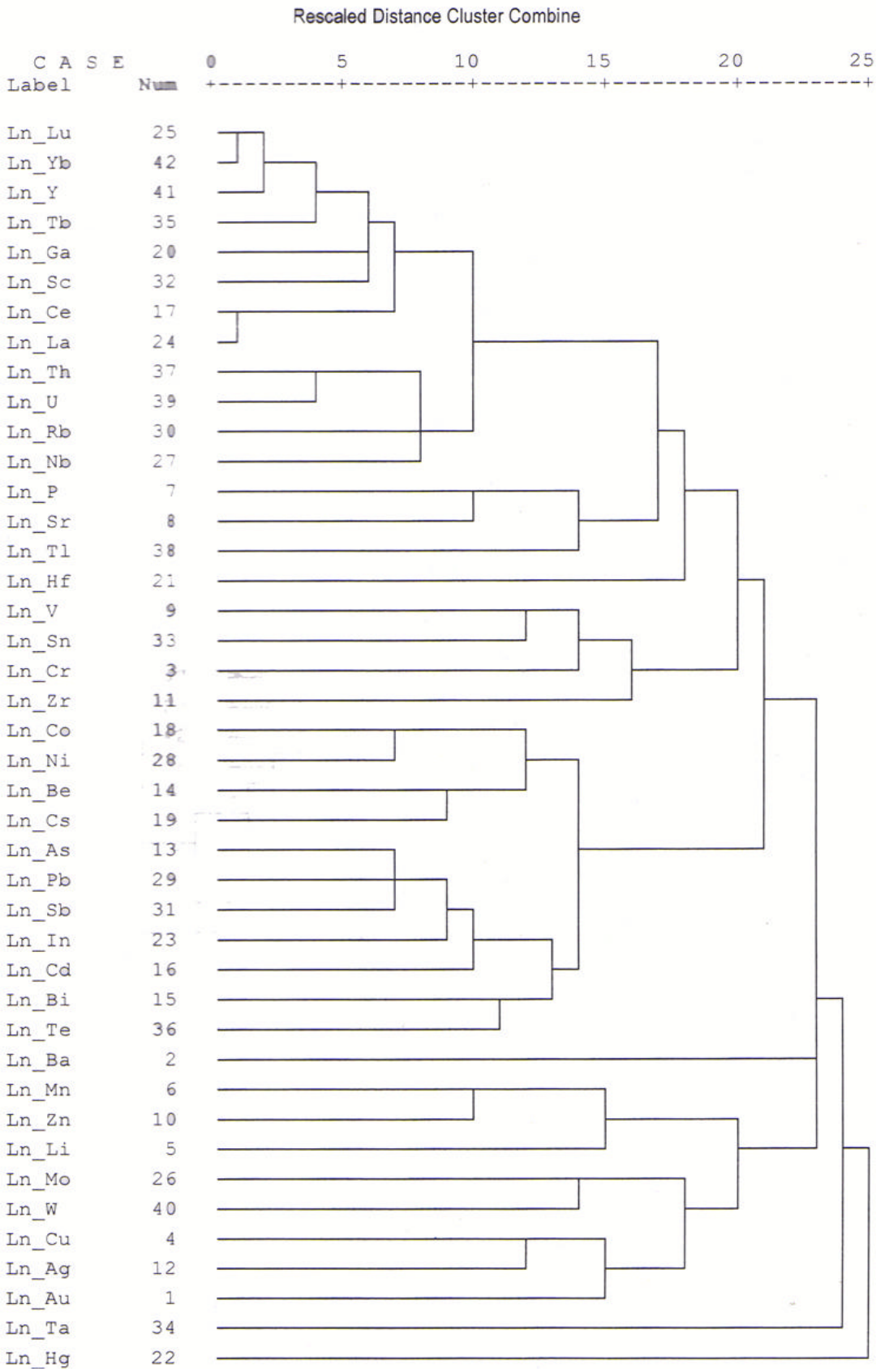


Figura 4.22: Dendograma de sedimentarios clásticos del Cretácico.

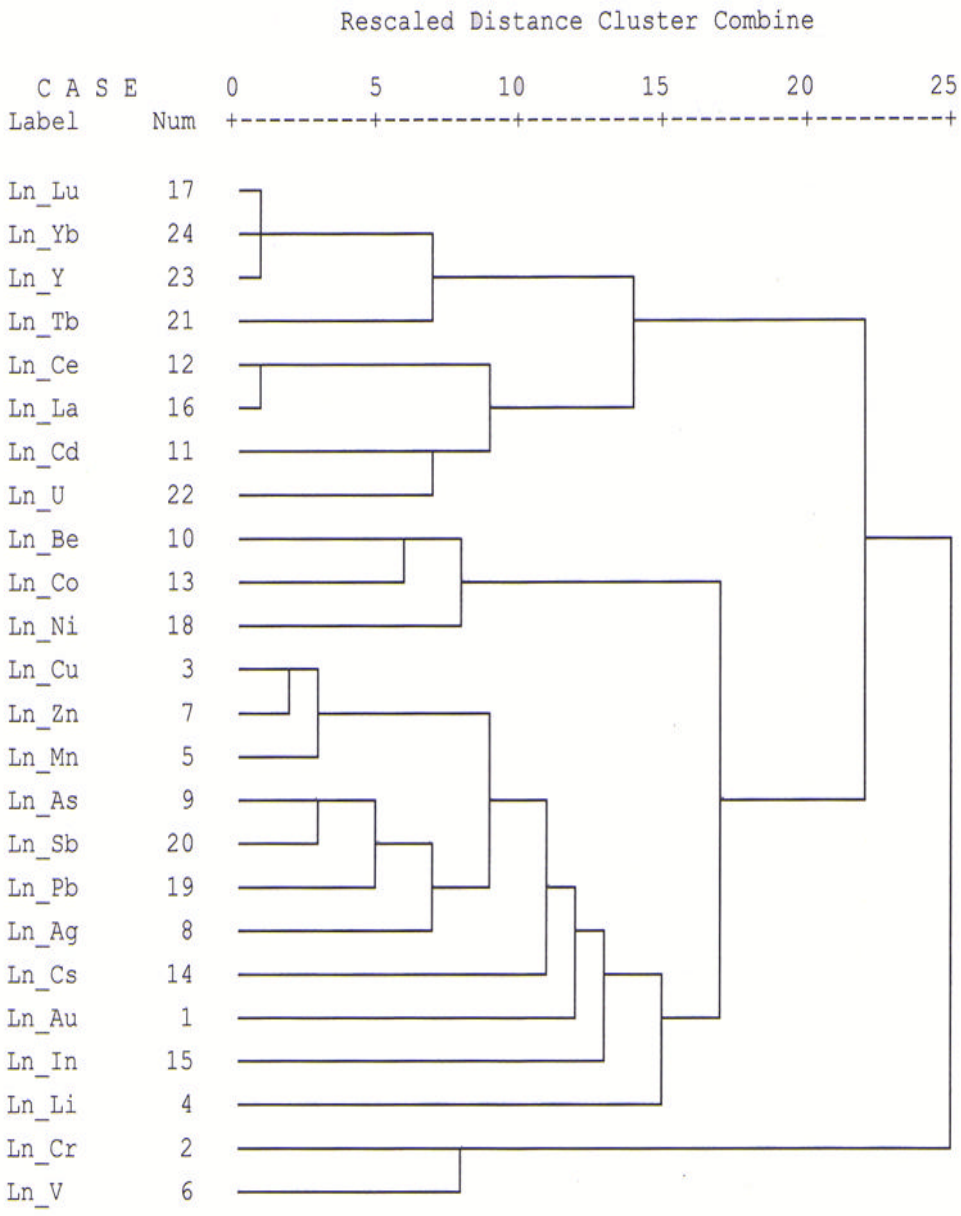


Figura 4.23: Dendograma de sedimentarios carbonatados del Cretácico.

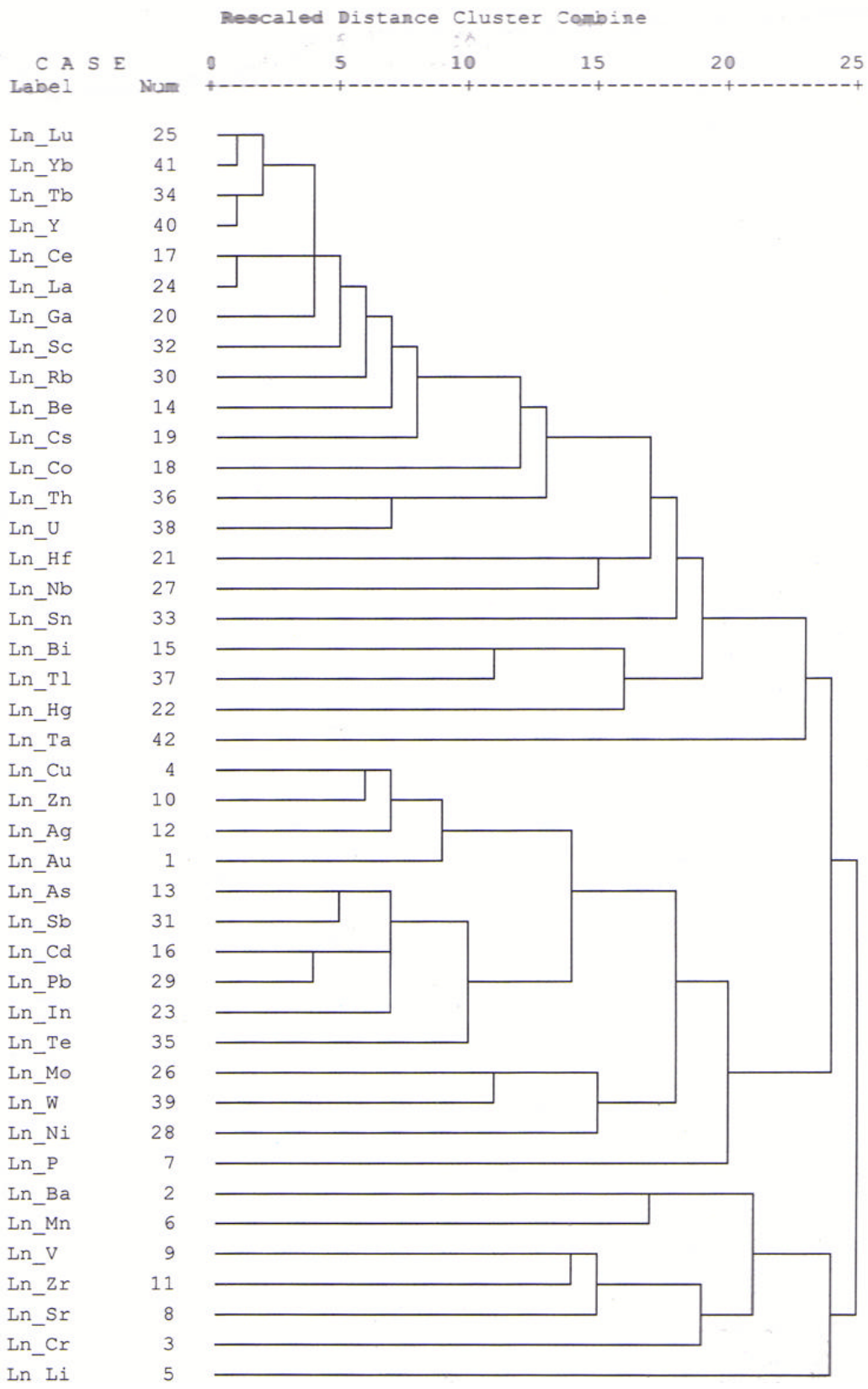


Figura 4.24: Dendograma de volcánicos del Paleógeno- Neógeno.

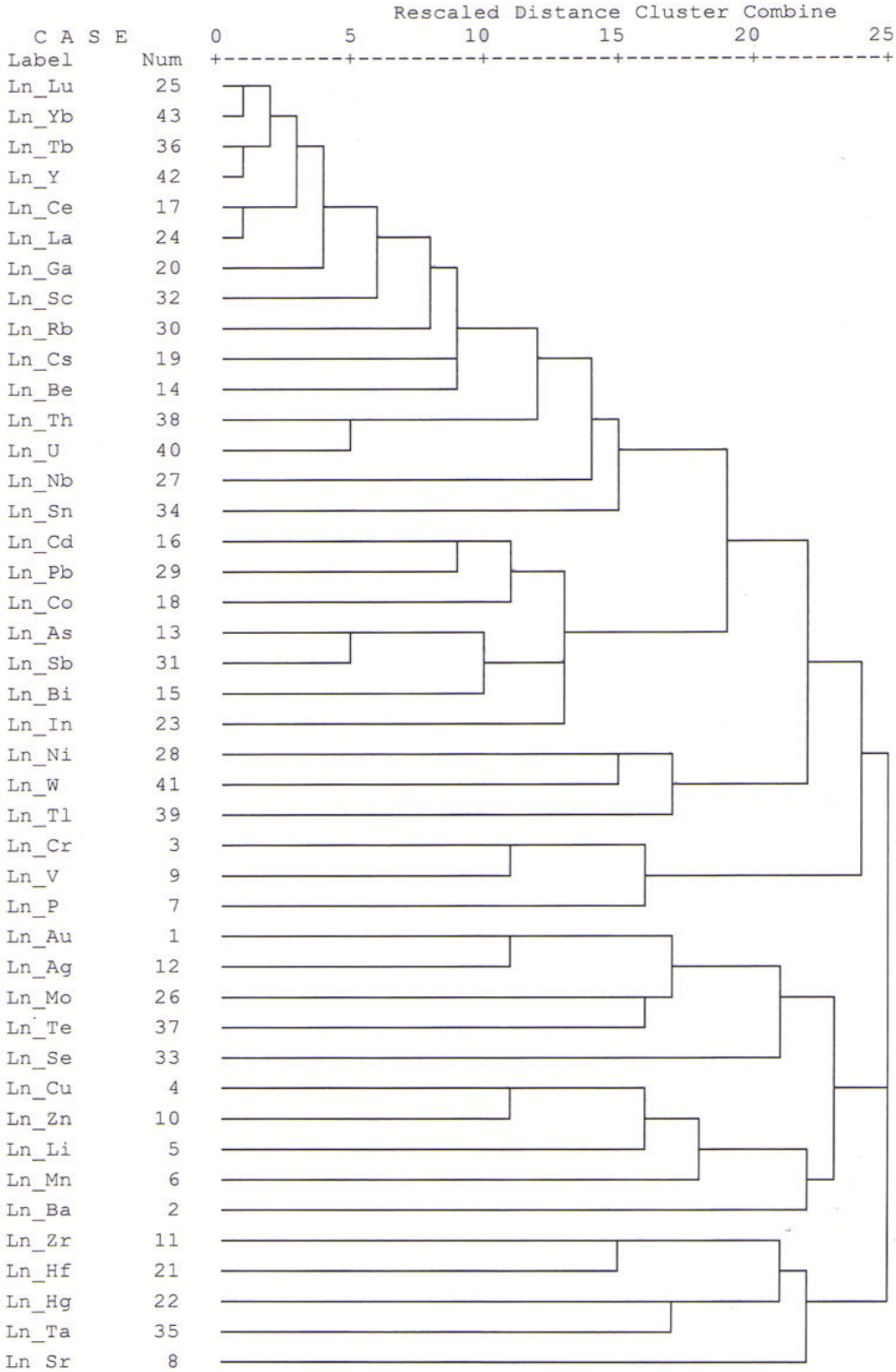


Figura 4.25: Dendograma de intrusivos del Cretácico- Paleógeno.

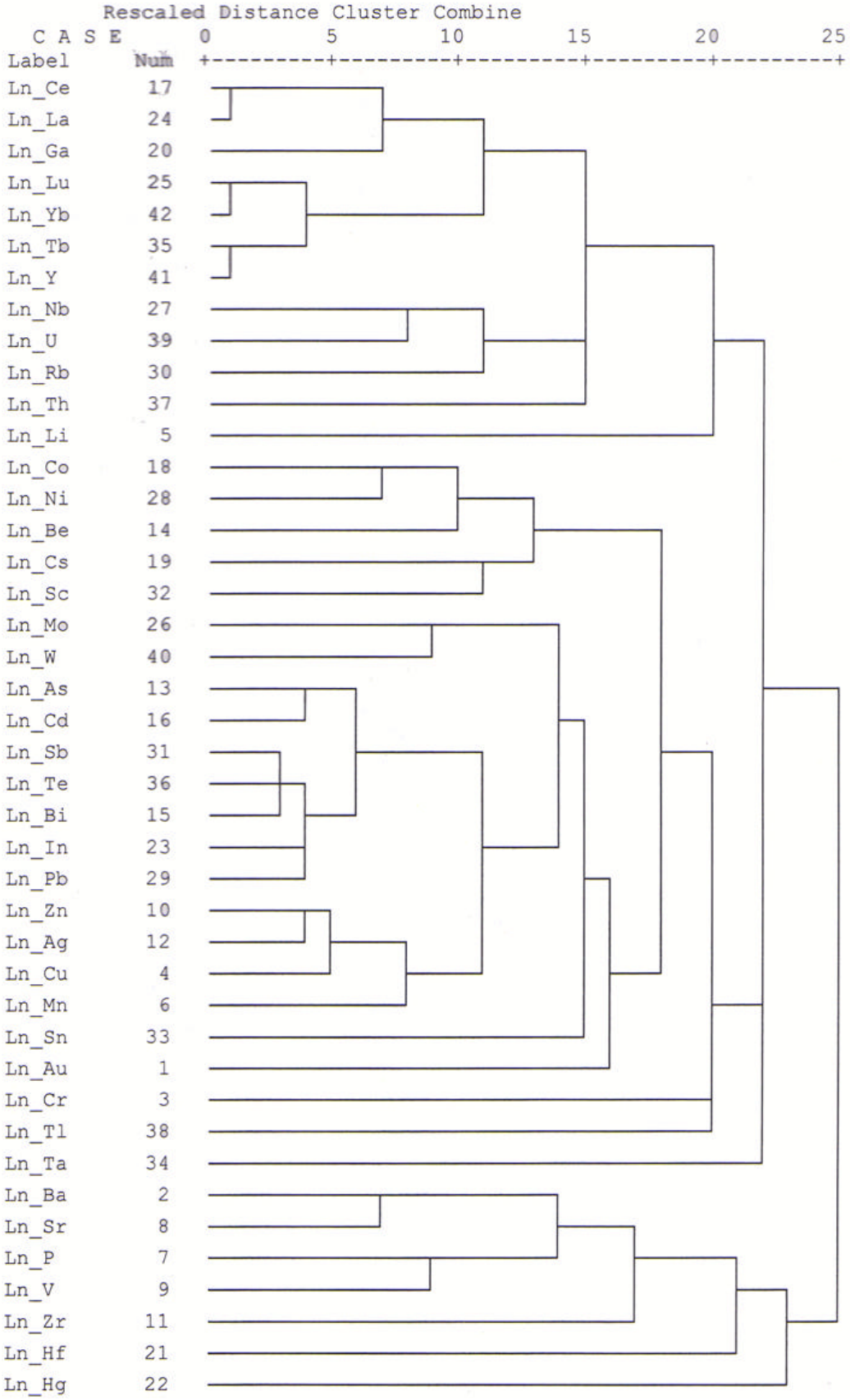


Figura 4.26: Dendograma de intrusivos del Neógeno.

Distribución de Elementos Traza

Dado que el tratamiento estadístico se desarrolló por población estadística, a continuación nos ocupamos de la distribución de los elementos mejor asociados o ligados a cada una de ellas, según el análisis multivarial. Se mencionarán los elementos de mayor interés como el oro, la plata y los metales base y qué elementos estuvieron asociados a estos.

Para el caso de las poblaciones de muestras con distribuciones normales o lognormales, se calculó el umbral geoquímico de acuerdo a la fórmula siguiente:

Umbral = media geométrica + 2 (desv. estándar)

En cuanto al valor de fondo, se considera como valor representativo a la media geométrica. En los cuadros 14 a 19 de los anexos se pueden observar los parámetros estadísticos que resultaron del procesamiento paramétrico y no paramétrico.

Cuando se trata de distribuciones erráticas, el umbral fue estimado considerando el percentil 95.

Las gráficas de «cajas y bigotes» de cada elemento —mostradas líneas abajo— se presentan en escala logarítmica cuando la distribución es lognormal, en caso contrario se muestran en escala lineal.

Se dan a conocer, asimismo, los coeficientes de correlación de Pearson superiores a 0,5, de manera que se denomina correlación moderada a aquella con coeficientes entre 0,5 y 0,7, y correlación fuerte a aquella mayor de 0,7. La mayoría de estos casos es positiva, en caso contrario esto se señala de forma expresa. En el Anexo se presentan las matrices de correlación de cada población estadística (Cuadros 20 a 25).

Es importante tener en cuenta lo que mencionan Bellido et al. (1972) al establecer la distribución de estos elementos en el Perú así como su forma de ocurrencia.

Se han elaborado también mapas isovalóricos de cada elemento tratado, los cuales pueden encontrarse en el anexo respectivo (figuras F1 a F20).

Antimonio
Este elemento se presenta en varias localidades del país en forma de estibina o como sulfoantimoniuros de plomo, cobre y plata. En la faja de rocas volcánicas ocurre en vetas epitermales muy superficiales, en tanto que en la faja de rocas sedimentarias se presenta en las rocas periféricas o porciones superiores de los grandes focos de mineralización (Cerro de Pasco, Atacocha, San Cristóbal, etc.).

Arsénico
Se presenta mayormente en forma de arsenopirita, rejalgar y oropiamente.

Bismuto
Se halla en varios yacimientos complejos de plomo, zinc y cobre de la región central del país, dentro de la faja mineralizada de rocas sedimentarias. El mineral primario más importante es la bismutinita.

Cadmio
En el centro del Perú, en el depósito de Cercapuquio, la greenockita y brunckita han dado los más altos valores de cadmio. La primera de ellas tiene la misma génesis que la esfalerita, con la que se encuentra asociada como impureza.

Cobre
Este metal abunda en toda la cordillera Occidental, donde también se encuentra chalcopirita y sulfosales de cobre (tetraedrita, tennantita, enargita, bournonita, etc), con predominio de miembros antimoniales de las soluciones sólidas en la faja de rocas volcánicas, y de miembros arsenicales en la faja de rocas sedimentarias.

Indio
Junto con el cadmio, selenio y talio se halla mayormente asociado a esfaleritas, pero también puede encontrarse en chalcopirita o minerales secundarios de zinc.

Manganeso
Se encuentra en muchos yacimientos epitermales, especialmente en la faja de rocas volcánicas, pero sin constituir depósitos económicos. Los minerales supergenos más abundantes son la pirolusita y el psilomelano.

Oro
Se halla en la mayoría de depósitos metalíferos de la cordillera Occidental, ocurriendo como inclusiones en cuarzo, como inclusiones y en solución sólida en pirita, y como inclusiones en algunos sulfuros y sulfosales de metales base.

Plata
Ocurre con relativa abundancia en los depósitos de la cordillera Occidental en forma de vetas epitermales en la faja de rocas volcánicas, donde existen minerales primarios (argentita, pirargirita, etc.) y secundarios (plata nativa, acantita, etc). En los depósitos de la faja de rocas sedimentarias, este elemento se presenta mayormente en solución sólida en la galena y principalmente en las sulfosales de cobre.

Plomo
En casi todos los yacimientos de la cordillera Occidental ocurre casi siempre junto con el zinc. El mineral más abundante es la galena, seguida de la jamesonita, la boulangerita y la bournonita.

Wolframio

Se presenta principalmente en la faja de rocas sedimentarias de la cordillera Occidental. Las mayores ocurrencias se encuentran en Pasto Bueno y Nuevo Mundo, donde la mineralización se asocia a intrusivos ácidos.

Zinc

Se obtiene principalmente de la esfalerita. En el yacimiento de Cercapuquio ocurre la brunckita, con valores de zinc y cadmio.

Distribución de elementos en sedimentarios clásticos del Jurásico

Casi todos los elementos tratados presentan una distribución lognormal, salvo el oro, telurio y wolframio, los cuales presentan una distribución errática.

Existen indistintamente fuertes correlaciones entre los elementos cobre, plata, arsénico, bismuto, cadmio, indio, plomo, antimonio y wolframio.

Antimonio

Presenta un valor de fondo de 1,25 ppm y un umbral de 30 ppm (Fig. 4.27). Tiene fuerte correlación con el arsénico, el bismuto y el plomo, y moderada con cobre, plata, indio y telurio.

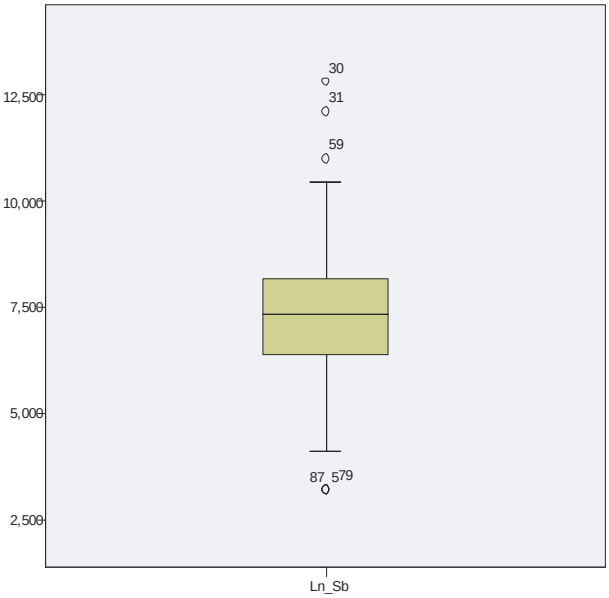


Figura 4.27: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Arsénico

Tiene distribución lognormal, con un valor de fondo de 33 ppm y un umbral de 534 ppm (Fig. 4.28). Posee fuerte correlación con el antimonio y el plomo, y moderada con bismuto, cadmio, cesio, indio, molibdeno y wolframio.

Bismuto

Su valor de fondo es de 0,26 ppm y su umbral de 3,27 ppm (Fig. 4.29). Además del antimonio, se correlaciona fuertemente con indio, plomo y wolframio, y moderadamente con arsénico, telurio, cadmio, plata y zinc.

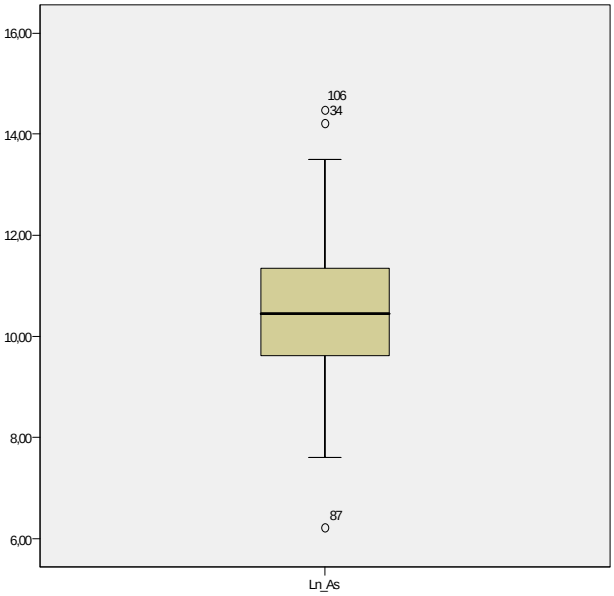


Figura 4.28: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios clásticos del Jurásico.

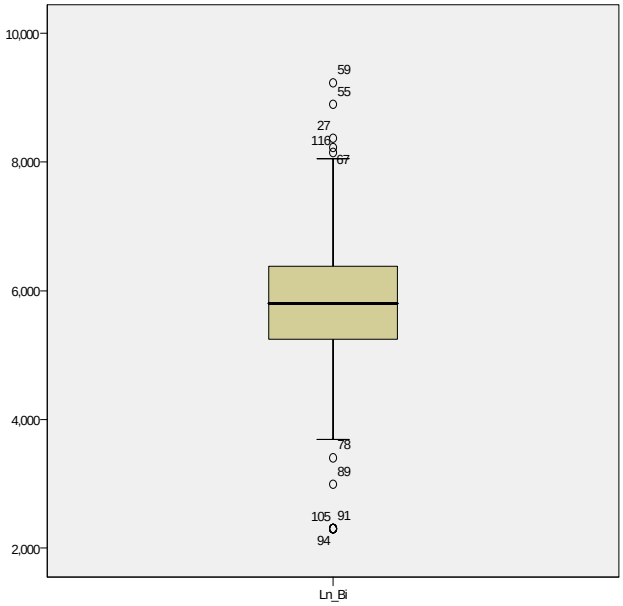


Figura 4.29: Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Cadmio

Presenta un valor de fondo de 0,31 ppm y 3,03 ppm de umbral (Fig. 4.30). Tiene fuerte correlación con el plomo y moderada con el zinc, arsénico, bismuto, indio, antimonio y cobalto.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 36,5 ppm y un umbral de 142 ppm (Fig. 4.31). Hay fuerte correlación con la plata y moderada con el zinc, antimonio, indio, plomo y telurio.

Indio

Su valor de fondo es de 0,03 ppm, con un umbral de 0.11 ppm (Fig. 4.32). Tiene fuerte correlación con el plomo y bismuto, y moderada con antimonio, arsénico, cobre, cadmio, zinc y plata.

Oro

El umbral ha sido estimado en 112 ppm, el mayor valor de las tres poblaciones de sedimentarios (Fig. 4.33). Tiene moderada correlación con la plata.

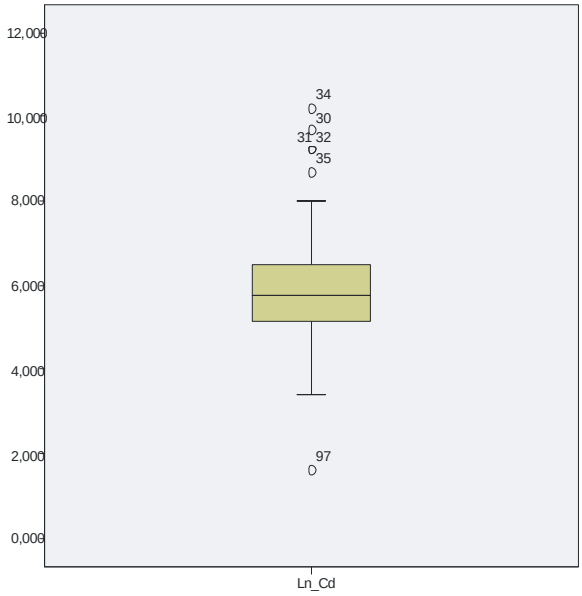


Figura 4.30: Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en sedimentarios clásticos del Jurásico.

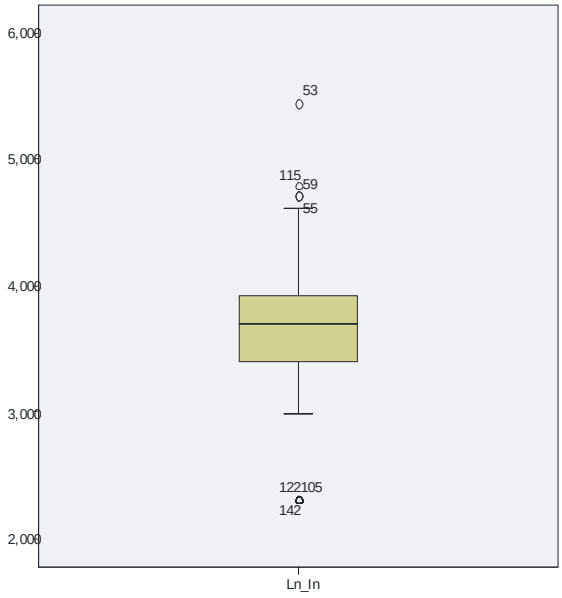


Figura 4.32: Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios clásticos del Jurásico.

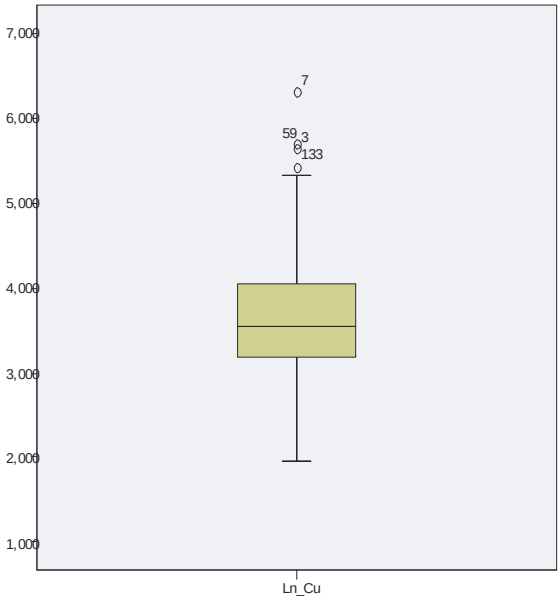


Figura 4.31: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios clásticos del Jurásico.

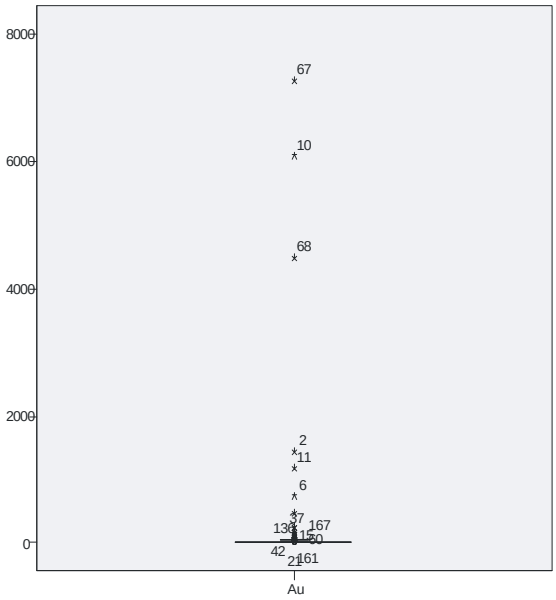


Figura 4.33: Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Plata

Su valor de fondo es 0,14 ppm y su umbral de 1,24 ppm (Fig. 4.34). Tiene fuerte correlación con cobre y moderada con zinc, antimonio, wolframio, plomo, bismuto e indio.

Plomo

Su valor de fondo es de 24 ppm y su umbral de 98 ppm (Fig. 4.35). Presenta fuerte correlación con antimonio, inidio, arsénico, bismuto, cobre, zinc y cadmio.

Teluro

Tiene un umbral estimado en 0,46 ppm (Fig. 4.36). No tiene correlaciones fuertes con ningún elemento, pero sí moderadas con bismuto, antimonio, arsénico y cobre.

Wolframio

Presenta un umbral estimado en 42 ppm (Fig. 4.37). Tiene fuerte correlación con bismuto y moderada con telurio, antimonio, arsénico, cobre y plata.

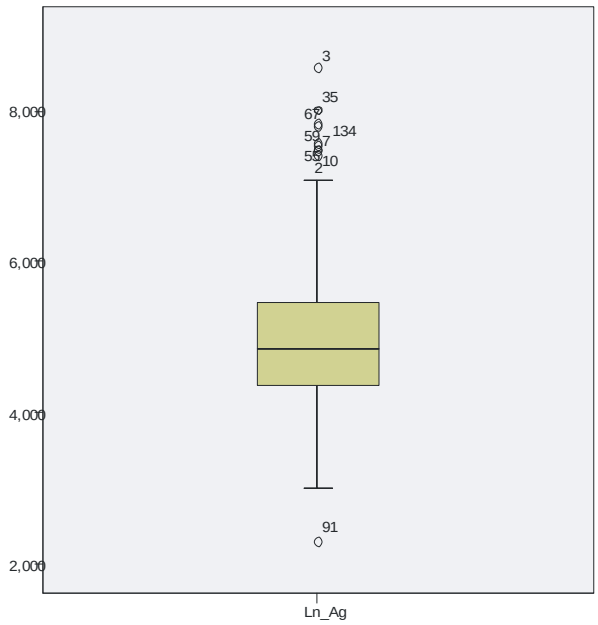


Figura 4.34: Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios clásticos del Jurásico

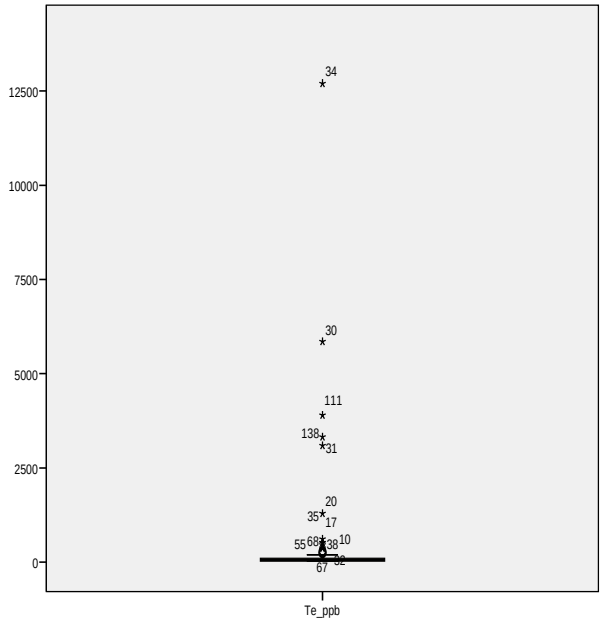


Figura 4.36: Gráfica de cajas y bigotes de teluro en sedimentarios clásticos del Jurásico.

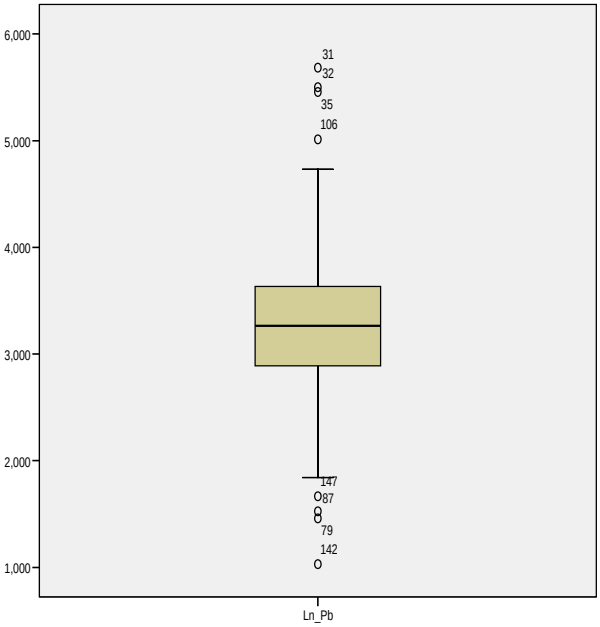


Figura 4.35: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios clásticos del Jurásico.

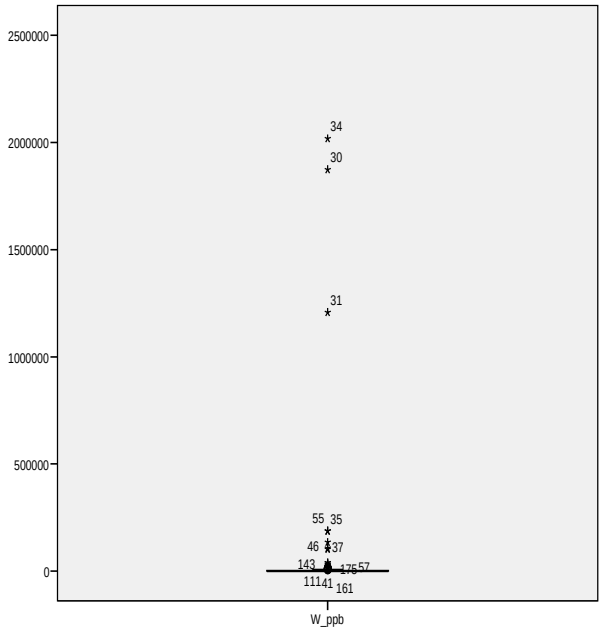


Figura 4.37: Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Zinc

Tiene un valor de fondo de 122 ppm y un umbral de 403 ppm (Fig. 4.38). Presenta correlación moderada con cobre, plata, cadmio, manganeso, plomo y bismuto.

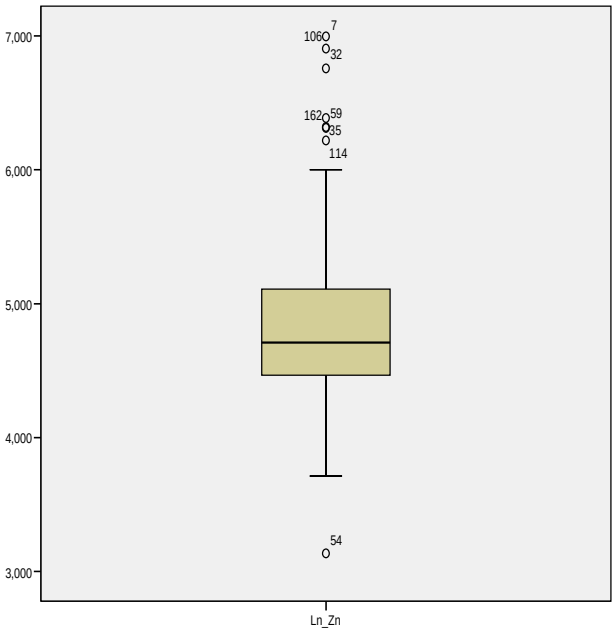


Figura 4.38: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios clásticos del Jurásico.

Distribución de elementos en sedimentarios del Cretácico inferior

Salvo el oro y telurio, los elementos presentan distribución lognormal. Se presenta también una comparación con los umbrales determinados para los sedimentarios clásticos jurásicos. Se observa indistintamente fuertes correlaciones entre los elementos arsénico, indio, plomo y antimonio.

Antimonio

Su valor de fondo es de 1,94 ppm, con un umbral de 24,5 ppm, ligeramente inferior al de los sedimentarios del Jurásico (Fig. 4.39). Tiene fuerte correlación con arsénico y plomo, y moderada con indio, bismuto, cadmio y telurio.

Arsénico

El valor de fondo es de 26 ppm y el umbral es de 314 ppm, parámetros inferiores al de la población de sedimentarios jurásicos (Fig. 4.40). Tiene fuerte correlación con plomo y antimonio, y moderada con cadmio, indio, bismuto y cobalto.

Bismuto

Su valor de fondo es de 0,41 ppm, con un umbral de 2,86 ppm, inferior al de los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.41). Tiene correlación moderada con plomo, indio, antimonio, arsénico y telurio.

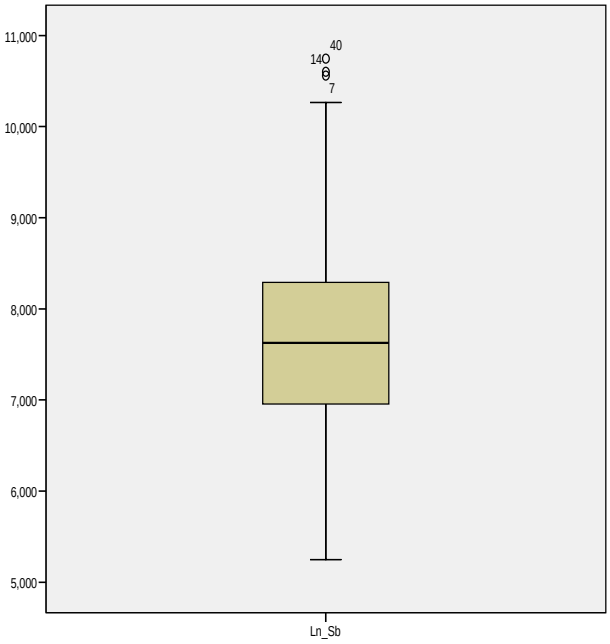


Figura 4.39: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios del Cretácico inferior.

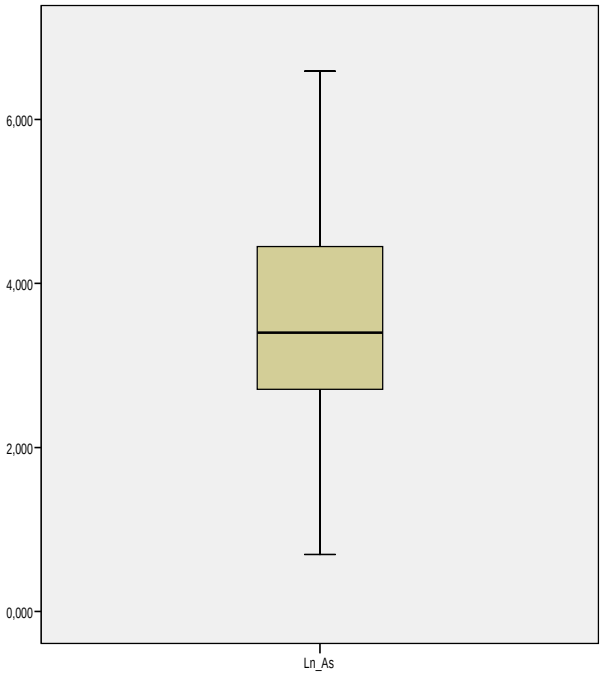


Figura 4.40: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios del Cretácico inferior.

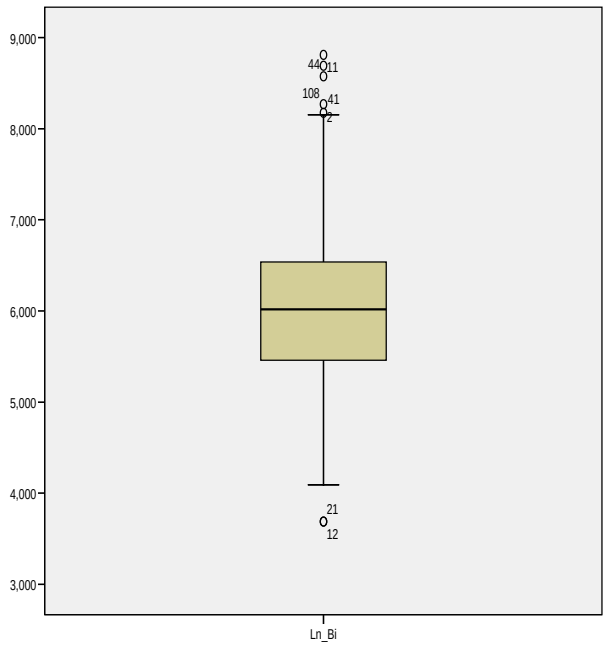


Figura 4.41: Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en sedimentarios del Cretácico inferior.

Cadmio

Tiene un valor de fondo de 0,37 ppm y un umbral de 4,63 ppm (Fig. 4.42), parámetros notablemente mayores con respecto a los sedimentarios jurásicos. Presenta correlación moderada con plomo, arsénico, cobalto, cesio, indio, berilio, níquel y antimonio.

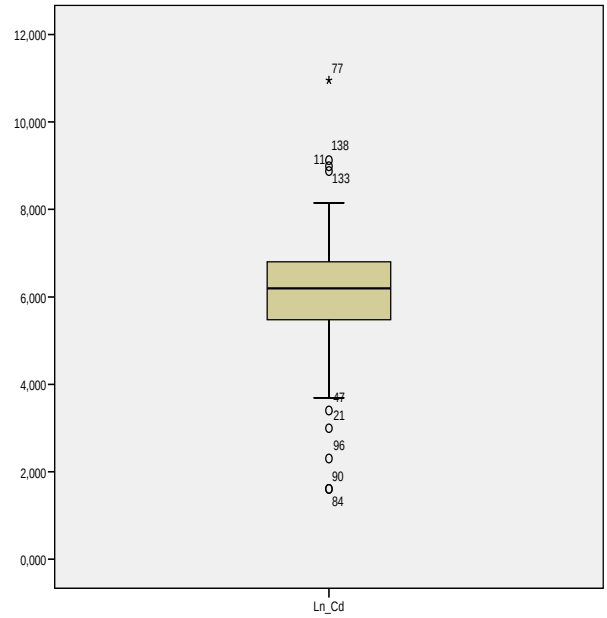


Figura 4.42: Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en sedimentarios del Cretácico inferior.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 47 ppm y un umbral de 222 ppm, parámetros superiores con respecto a los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.43). Se observa moderada correlación con zinc y plata.

Indio

Tiene un valor de fondo de 0,03 ppm y un umbral de 0,12 ppm, parámetros similares con respecto a los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.44). Presenta fuerte correlación con plomo y moderada con arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y cobalto.

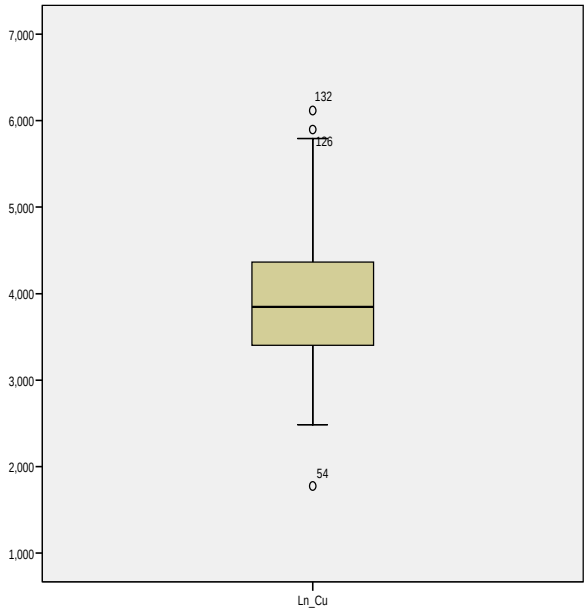


Figura 4.43: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios del Cretácico inferior.

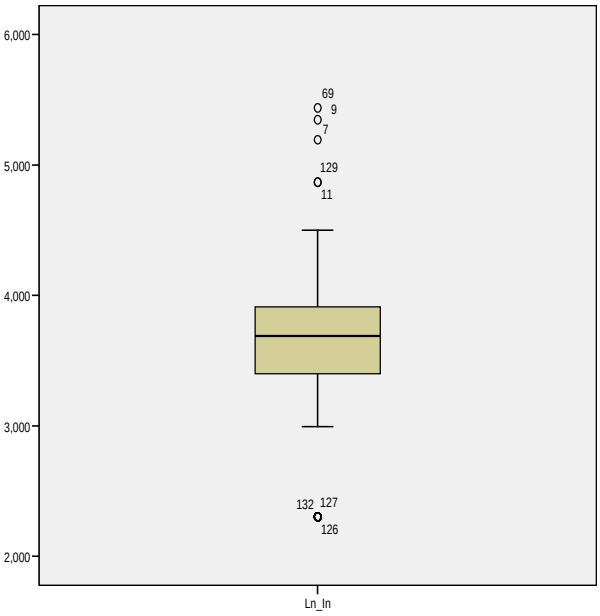


Figura 4.44: Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios del Cretácico inferior.

Litio

Tiene un valor de fondo de 15 ppm y un umbral de 53 ppm. Se reconocen siete bajos erráticos (Fig. 4.45). Se observa una moderada correlación con manganeso.

Manganeso

Presenta un valor de fondo de 622 ppm y un umbral de 1 909 ppm. Todos los valores están dentro del rango intercuartílico (Fig. 4.46). Tiene moderada correlación con zinc y litio.

Molibdeno

Tiene un valor de fondo de 2 ppm y un umbral de 11,3 ppm (Fig. 4.47). Hay moderada correlación con el wolframio.

Oro

Su umbral ha sido estimado en 92 ppb y muestra valores que superan los 2 000 ppb, llegando uno de ellos a 6 000 ppb (Fig. 4.48).

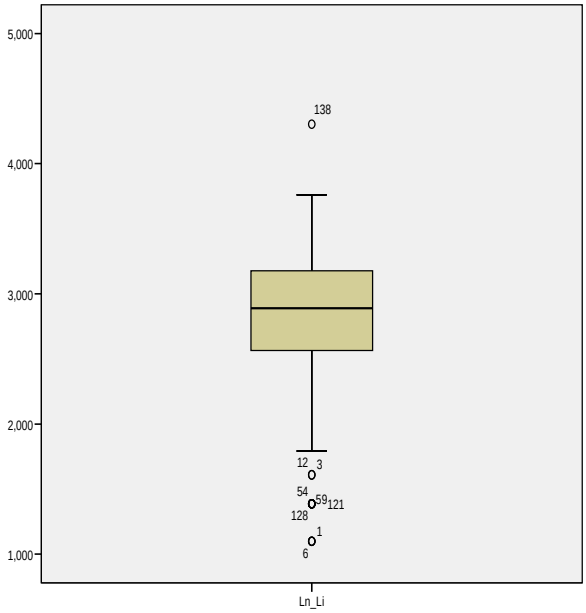


Figura 4.45: Gráfica de cajas y bigotes de litio en sedimentarios del Cretácico inferior.

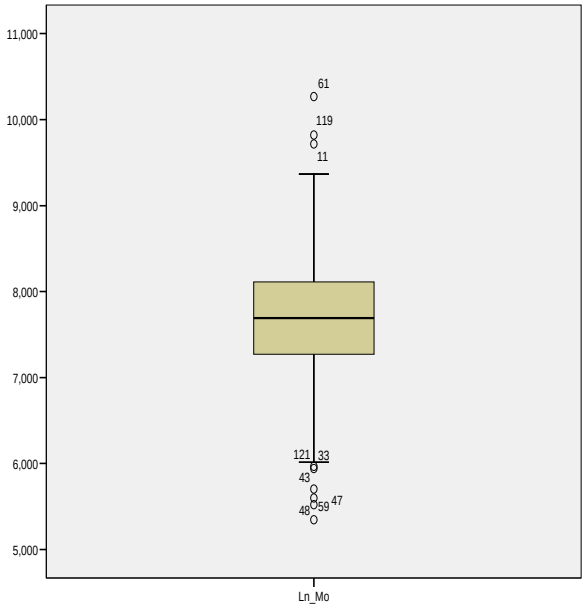


Figura 4.47: Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en sedimentarios del Cretácico inferior.

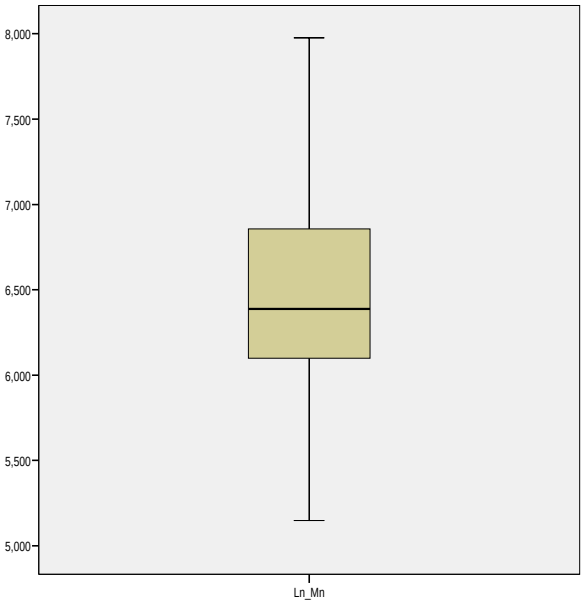


Figura 4.46: Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en sedimentarios del Cretácico inferior.

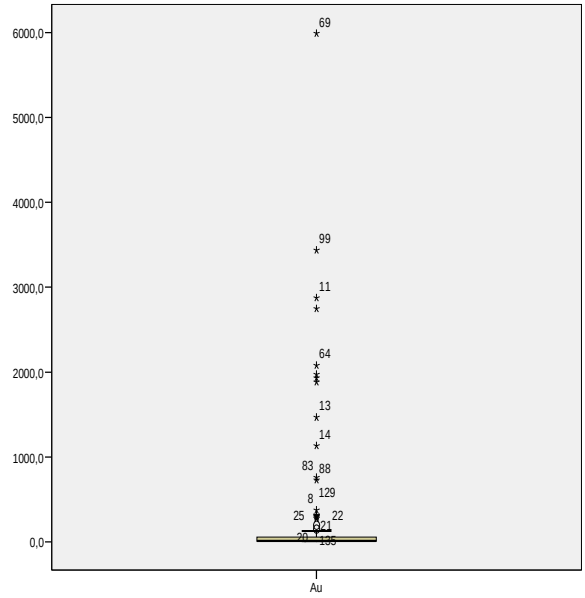


Figura 4.48: Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios del Cretácico inferior

Plata

Tiene un valor de fondo de 0,18 ppm y un umbral de 1,14 ppm, ligeramente inferior al de los sedimentarios jurásicos. Todos sus valores están dentro del rango intercuartílico (Fig. 4.49). Se observa moderada correlación con zinc, cobre y oro.

Plomo

Tiene un valor de fondo de 25 ppm y un umbral de 105 ppm, parámetros ligeramente mayores con respecto a los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.50). Se observa fuerte correlación con arsénico, indio y antimonio, y moderada con cadmio, cobalto, bismuto, cesio y níquel.

Teluro

El umbral ha sido estimado en 0,40 ppm, ligeramente inferior al de los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.51). Altos erráticos superan los 0,60 ppb, estando uno de ellos sobre 1 ppm. Tiene moderada correlación con bismuto y antimonio.

Wolframio

Tiene un valor de fondo de 0,62 ppm y un umbral de 34 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.52). No se registran valores erráticos. Se observa moderada correlación con molibdeno.

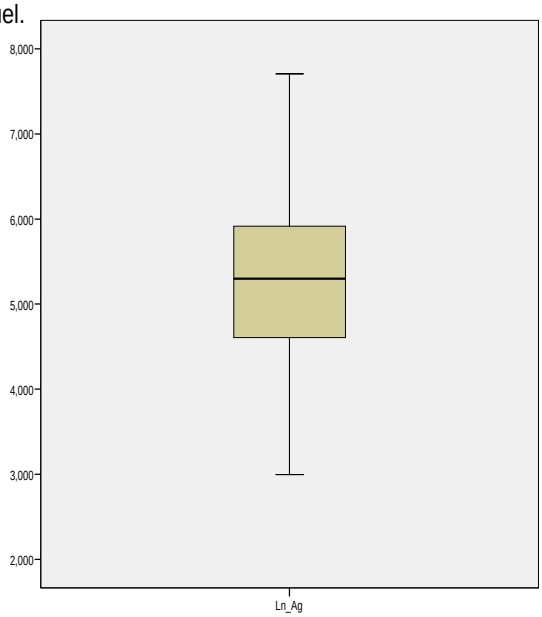


Figura 4.49: Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios del Cretácico inferior.

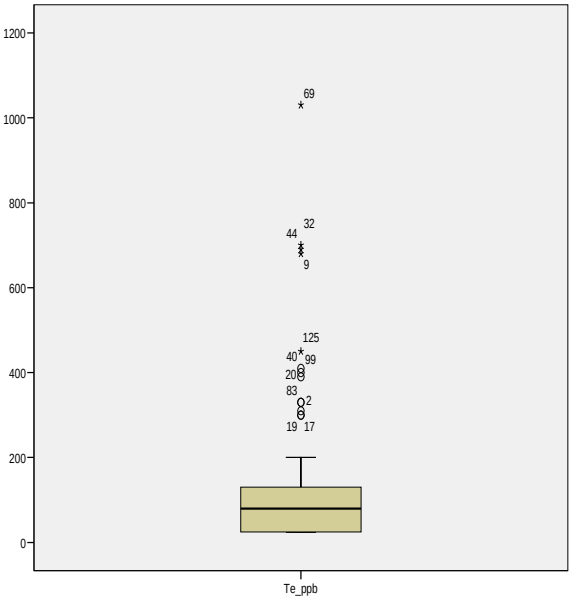


Figura 4.51: Gráfica de cajas y bigotes de teluro en sedimentarios del Cretácico inferior.

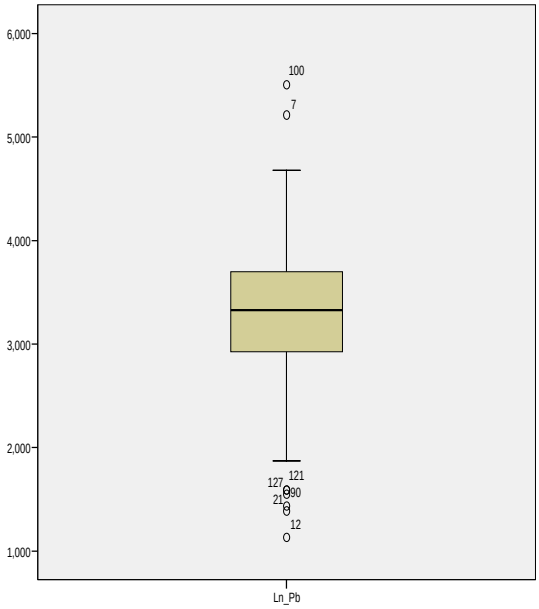


Figura 4.50: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios del Cretácico inferior.

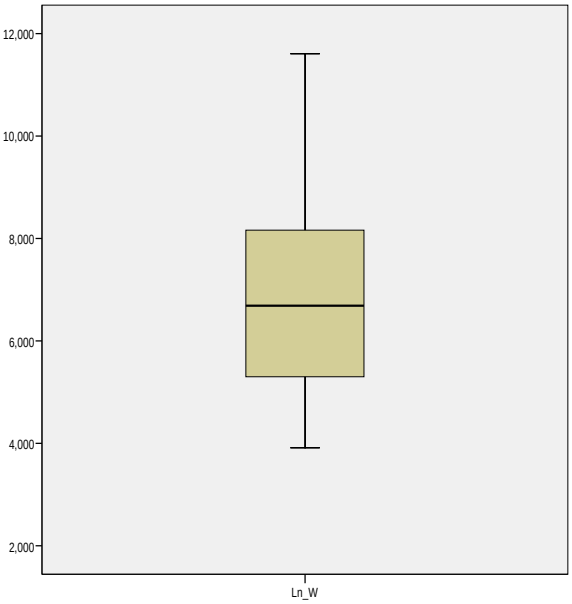


Figura 4.52: Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en sedimentarios del Cretácico inferior.

Zinc

Tiene un valor de fondo de 142 ppm y un umbral de 658 ppm, parámetros notablemente mayores con respecto a los sedimentarios jurásicos (Fig. 4.53). Presenta correlación moderada con manganeso, plata y cobre.

Distribución de elementos en sedimentarios carbonatados del Cretácico

La mayoría de elementos presentan distribución lognormal, con excepción del oro, arsénico e indio, los cuales se distribuyen erráticamente. Esta población es la única de sedimentarios carbonatados cuyos umbrales son comparados con los determinados para los sedimentarios clásticos jurásicos y cretácicos. Además, en ella existen varios elementos que tienen fuerte correlación con otros y son: cobre, manganeso, zinc, plata, arsénico, berilio, cobalto, cesio, indio, níquel, plomo y antimonio.

Antimonio

Tiene un valor de fondo de 0,46 ppm y un umbral de 8,90 ppm, notablemente menores a las otras poblaciones sedimentarias. No se distinguen valores erráticos (Fig. 4.54). Presenta fuerte correlación con arsénico, plomo y plata, y moderada con cadmio, cesio, cobre, oro, indio y manganeso.

Arsénico

Tiene distribución errática, con un umbral estimado en 174 ppm, inferior al de las otras poblaciones sedimentarias. Cuatro altos erráticos superan los 1 500 ppm (Fig. 4.55), constituyendo anomalías de muy fuerte intensidad. Presenta fuerte correlación con antimonio y cesio, y moderada con plata, cobre, zinc, cadmio y molibdeno.

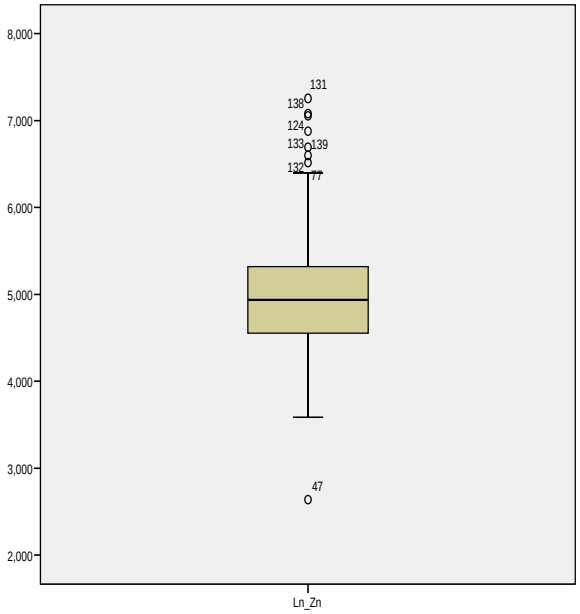


Figura 4.53: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios del Cretácico inferior.

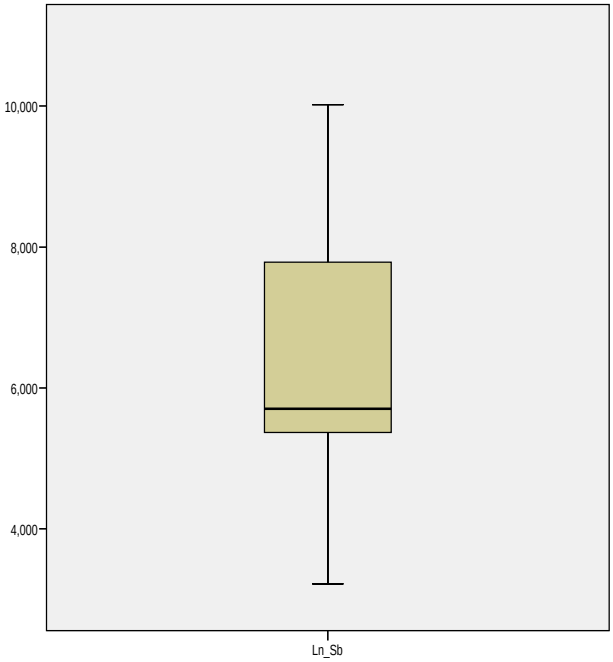


Figura 4.54: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

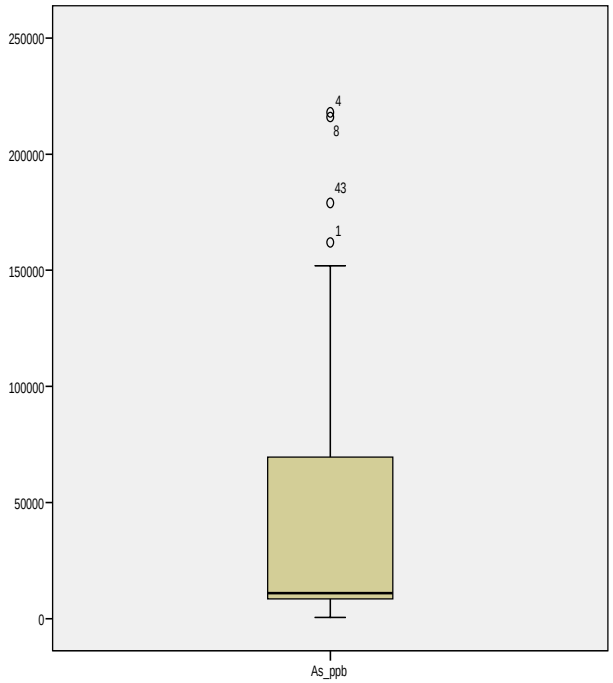


Figura 4.55: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Berilio

Tiene distribución lognormal, con un valor de fondo de 0,69 ppm y un umbral de 1,40 ppm (Fig. 4.56). Normalmente está asociado a rocas graníticas. Se observa fuerte correlación con cobalto y níquel, y moderada con rubidio.

Cesio

Tiene un valor de fondo de 3,2 ppm y un umbral de 17 ppm. No se registran valores erráticos (Fig. 4.57). Presenta fuerte correlación con arsénico y moderada con talio, plomo, cadmio, plata, zinc y cobre.

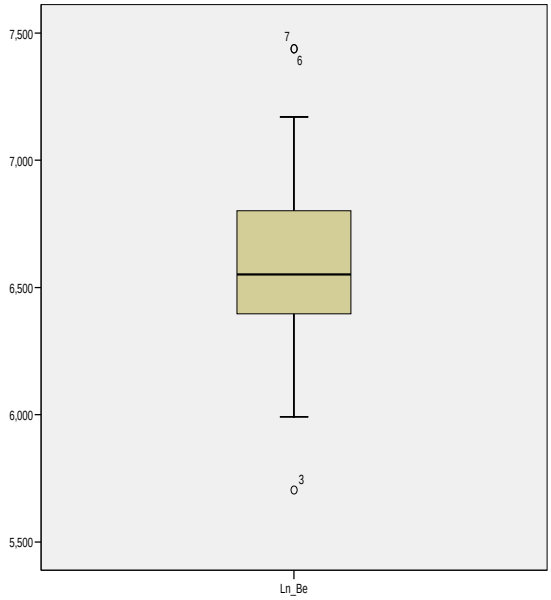


Figura 4.56: Gráfica de cajas y bigotes de berilio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

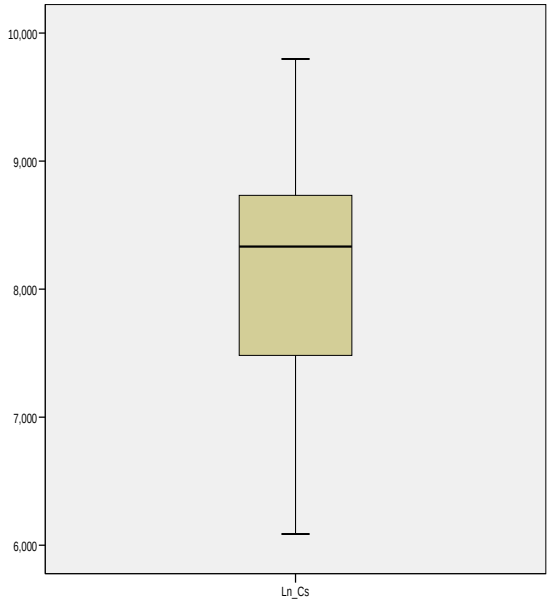


Figura 4.57: Gráfica de cajas y bigotes de cesio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Cobalto

Tiene un valor de fondo de 8,7 ppm y un umbral de 33 ppm (Fig. 4.58). Se registra fuerte correlación con berilio y moderada con níquel, indio, manganeso, cobre, escandio, terbio y rubidio.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 13 ppm y un umbral de 52 ppm, valores notablemente menores con respecto a las otras poblaciones sedimentarias. No muestra valores erráticos (Fig. 4.59). Se observa fuerte correlación con zinc, manganeso y plata, y moderada con oro, antimonio, arsénico, cadmio, litio y estroncio (esta última presenta una correlación negativa).

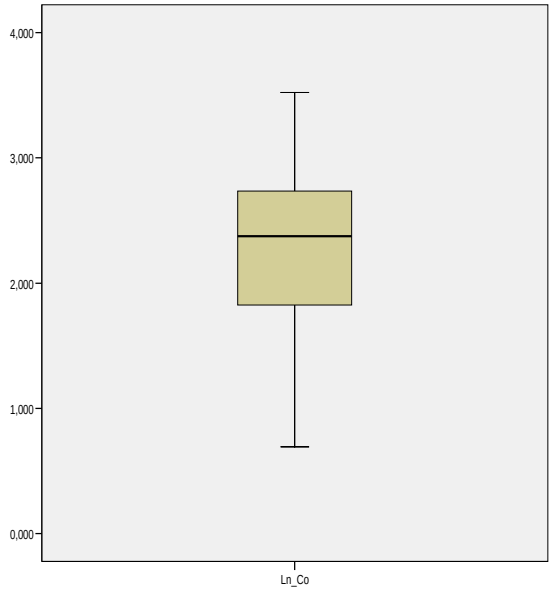


Figura 4.58: Gráfica de cajas y bigotes de cobalto en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

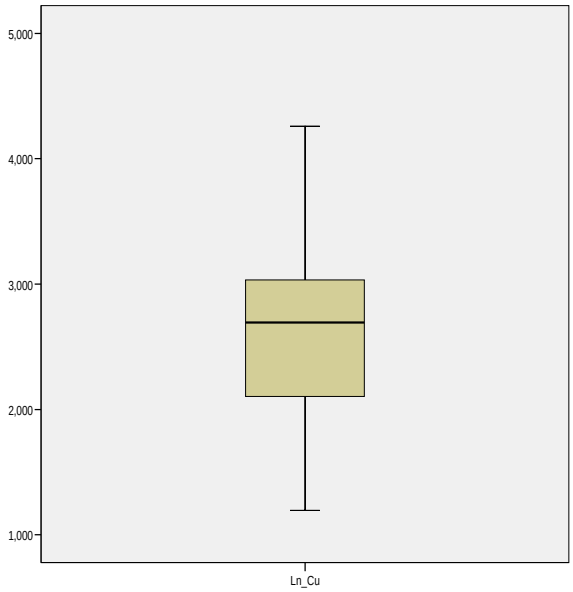


Figura 4.59: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Indio

Tiene distribución errática, con un umbral estimado en 0,06 ppm, el más bajo de las tres poblaciones sedimentarias (Fig. 4.60). Prsenta fuerte correlación con plomo y moderada con cobalto, telurio, bismuto, antimonio y hafnio (en este último caso es negativa).

Litio

Tiene un valor de fondo de 11 ppm y un umbral de 26 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios clásticos cretácicos (Fig. 4.61). Se observa una moderada correlación con manganeso, zinc y cobre.

Manganeso

Tiene un valor de fondo de 373 ppm y un umbral de 1 319 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios clásticos cretácicos. Tampoco presenta valores erráticos (Fig. 4.62). Hay fuerte correlación con cobre y zinc.

Níquel

Tiene un valor de fondo de 16 ppm y un umbral de 58 ppm. No presenta valores erráticos (Fig. 4.63). Se observa fuerte correlación con berilio y moderada con molibdeno y galio.

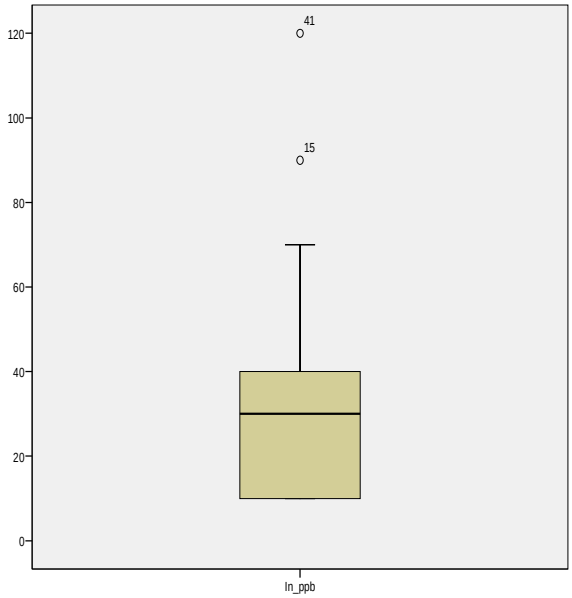


Figura 4.60: Gráfica de cajas y bigotes de indio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

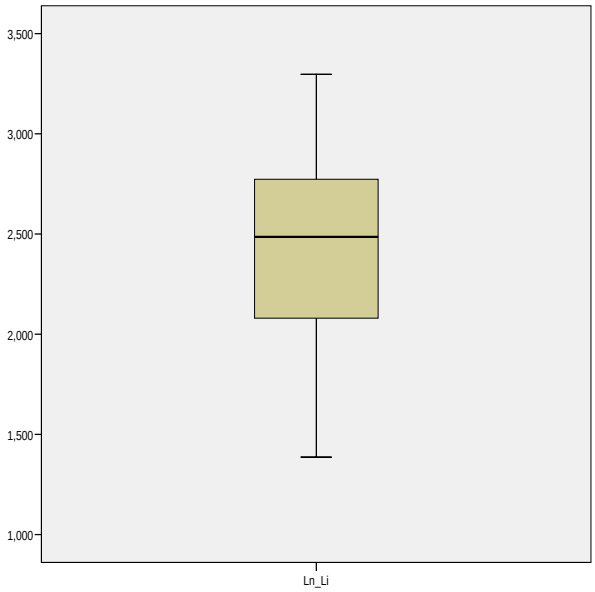


Figura 4.61: Gráfica de cajas y bigotes de litio en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

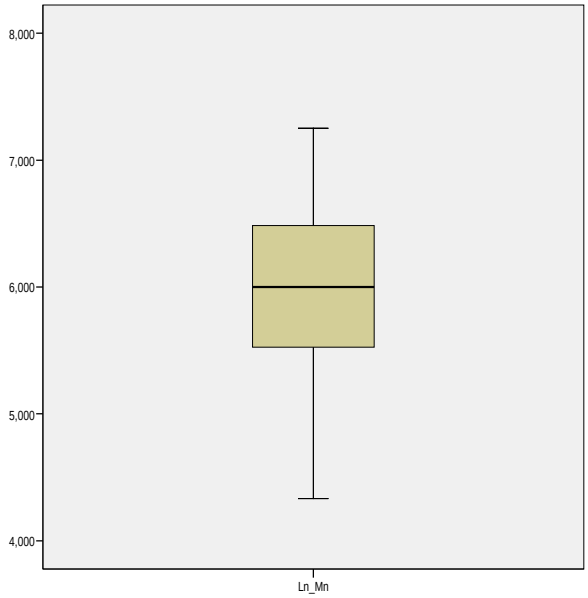


Figura 4.62: Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

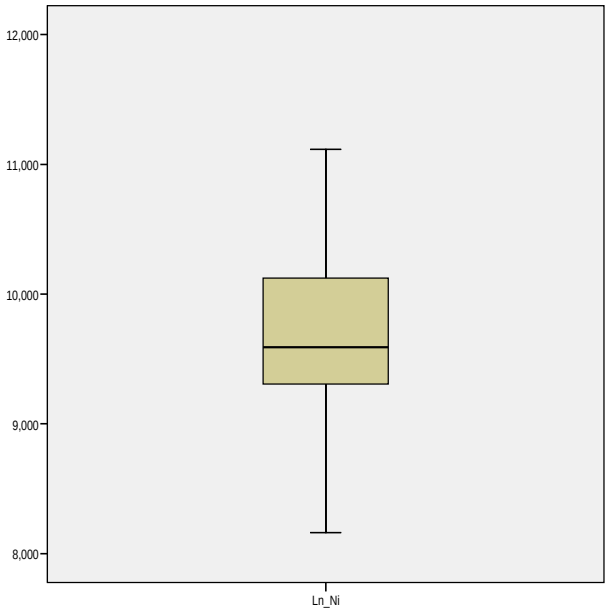


Figura 4.63: Gráfica de cajas y bigotes de níquel en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Oro

Tiene distribución errática, con un umbral estimado de 13 ppb, el más bajo en comparación con las otras poblaciones sedimentarias. Dos altos erráticos superan los 50 ppb, excediendo uno de ellos los 150 ppb (Fig. 4.64). Presenta moderada correlación con cobre, plomo, antimonio, cadmio, zinc, wolframio y uranio.

Plata

Tiene un valor de fondo de 0,04 ppm y un umbral de 0,8 ppm, valores inferiores al de las otras poblaciones de sedimentarios (Fig. 4.65). Se observa fuerte correlación con cobre y antimonio, y moderada con arsénico, plomo, zinc, manganeso y bismuto.

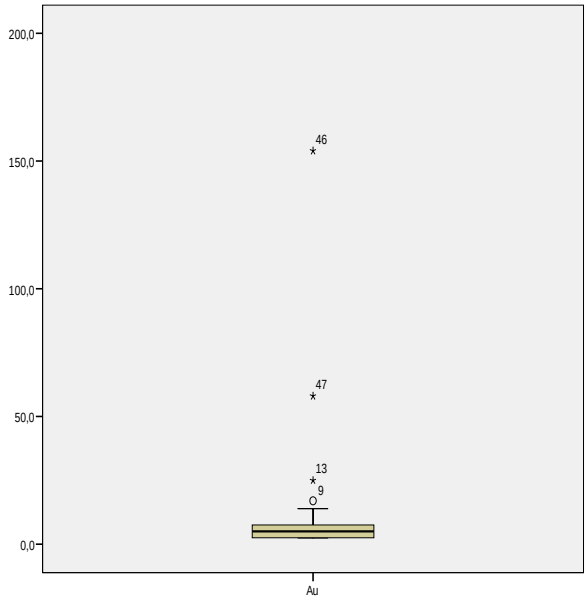


Figura 4.64: Gráfica de cajas y bigotes de oro en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

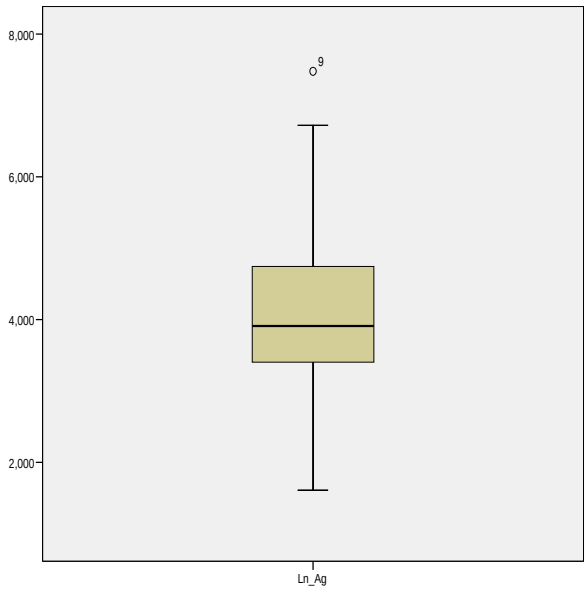


Figura 4.65: Gráfica de cajas y bigotes de plata en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Plomo

Tiene un valor de fondo de 18,5 ppm y un umbral de 68 ppm, valores inferiores en comparación con las otras poblaciones de sedimentarios, además de no contener valores erráticos (Fig. 4.66). Se observa fuerte correlación con antimonio, indio y arsénico, y moderada con plata, cobre, zinc, oro, cadmio, manganeso y cesio.

Zinc

Tiene un valor de fondo de 60 ppm y un umbral de 344 ppm, el más bajo de las tres poblaciones de sedimentarios, y carece de valores erráticos (Fig. 4.67). Presenta moderada correlación con plata, antimonio, plomo, cadmio, litio, oro, arsénico, rubidio y estroncio (este último en correlación negativa).

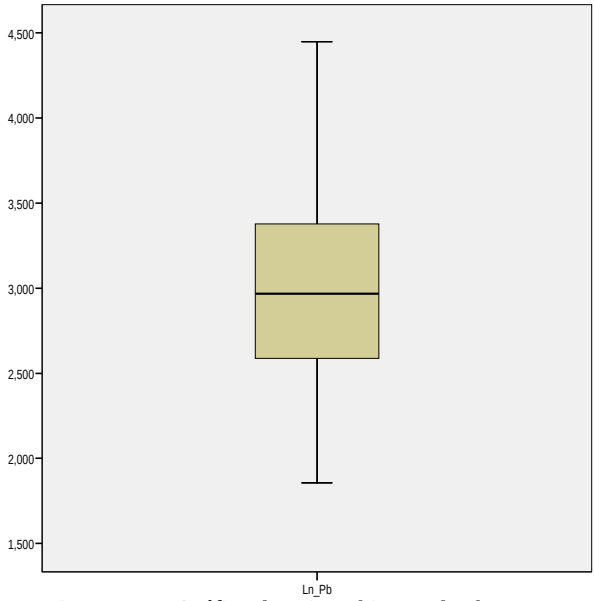


Figura 4.66: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

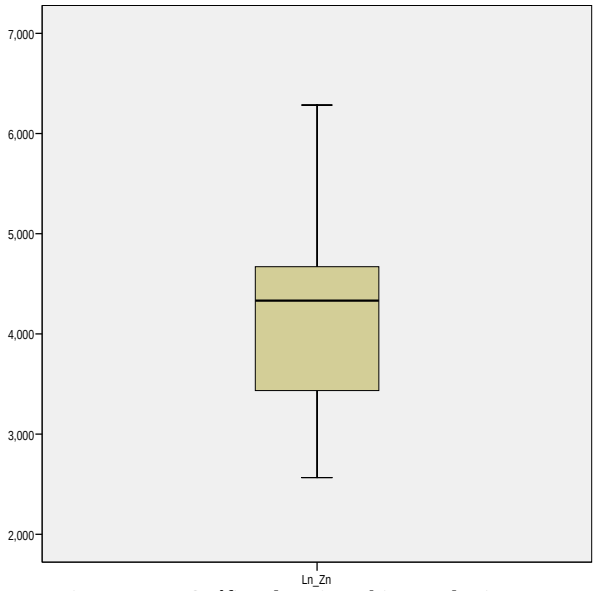


Figura 4.67: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en sedimentarios carbonatados del Cretácico inferior.

Distribución de elementos en volcánicos del Paleógeno-Neógeno

La mayoría de elementos presentan distribución lógnormal, salvo el caso del oro, indio, telurio y wolframio, que se distribuyen erráticamente. Se compara asimismo con los umbrales determinados en las poblaciones de sedimentarios. Hay indistintamente correlaciones bivariales de carácter fuerte entre los elementos cobre, zinc, plata, cadmio, indio, plomo y antimonio.

Antimonio

Tiene un valor de fondo de 1,35 ppm y un umbral de 14 ppm, que superan solo a los sedimentarios carbonatados. No obstante, pueden apreciarse numerosos altos erráticos (Fig. 4.68). También se observa fuerte correlación con arsénico, plomo y cadmio, y moderada con indio.

Arsénico

Tiene un valor de fondo de 20 ppm y un umbral de 204 ppm (Fig. 4.69), a superan únicamente a los sedimentarios carbonatados. Presenta fuerte correlación con antimonio y cadmio, y moderada con indio.

Cadmio

Tiene un valor de fondo de 0,28 ppm y un umbral de 2,28 ppm, notablemente inferiores a los de los sedimentarios. Destacan numerosos altos erráticos (Fig. 4.70) y se observa fuerte correlación con plomo, arsénico y antimonio, y moderada con telurio y zinc.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 30 ppm y un umbral de 71 ppm (Fig. 4.71), que superan únicamente a los valores de los sedimentarios carbonatados. Presenta una fuerte correlación con zinc y moderada con plata y oro.

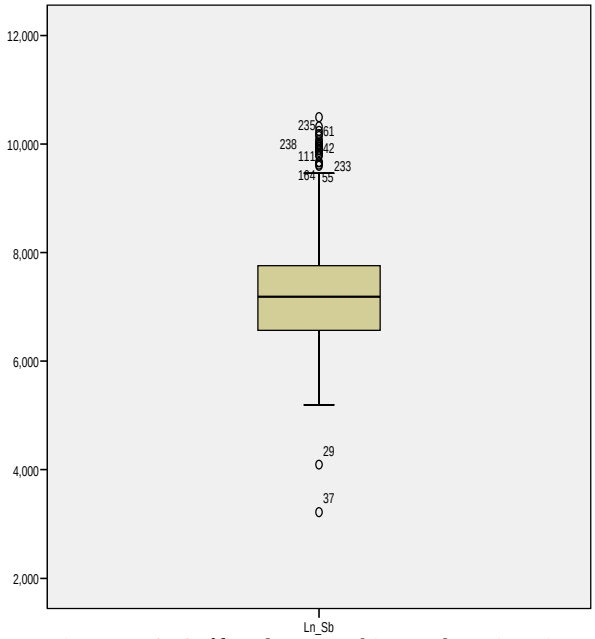


Figura 4.68: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

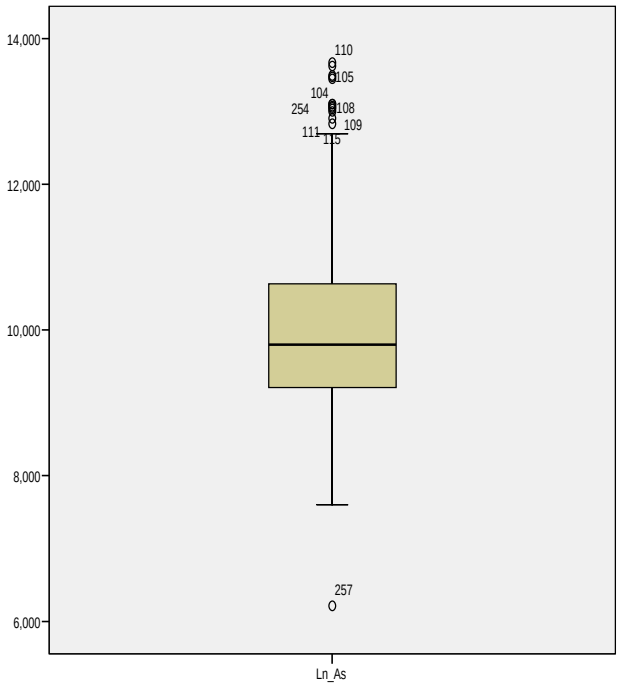


Figura 4.69: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

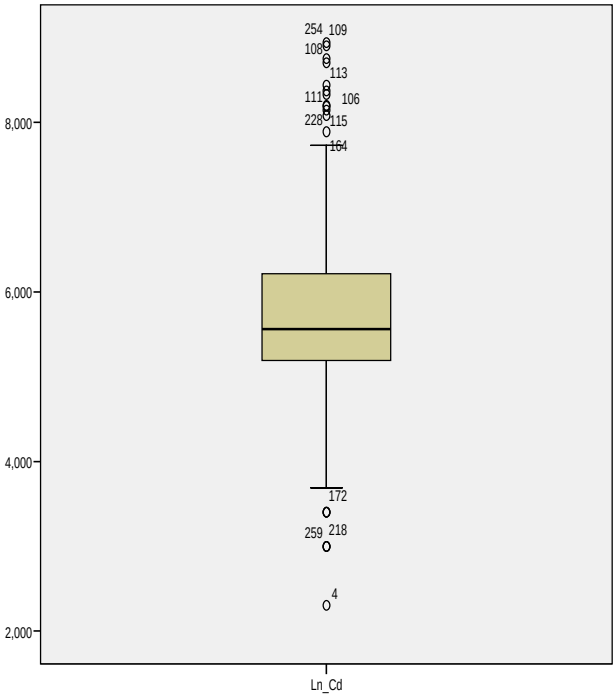


Figura 4.70: Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

Indio

Presenta distribución errática, con un umbral de 0,38 ppm (Fig. 4.72), notablemente mayor al de las poblaciones sedimentarias. También se observa fuerte presencia de altos erráticos (19) que significan anomalías de intensidad muy fuerte. Tiene fuerte correlación con plomo y moderada con cadmio, arsénico y bismuto.

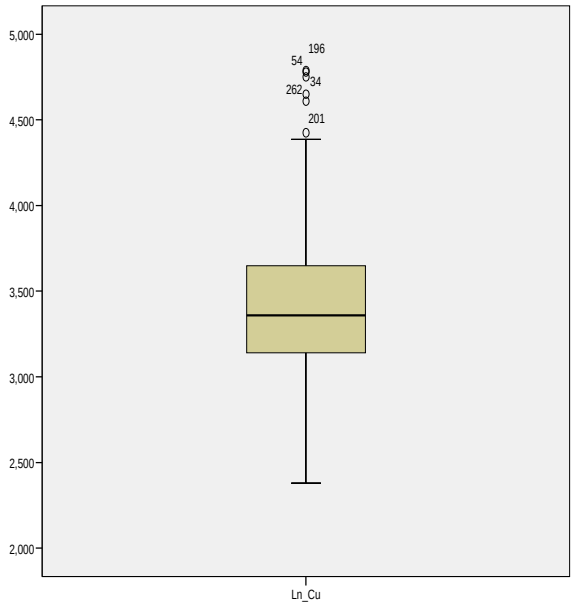


Figura 4.71: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

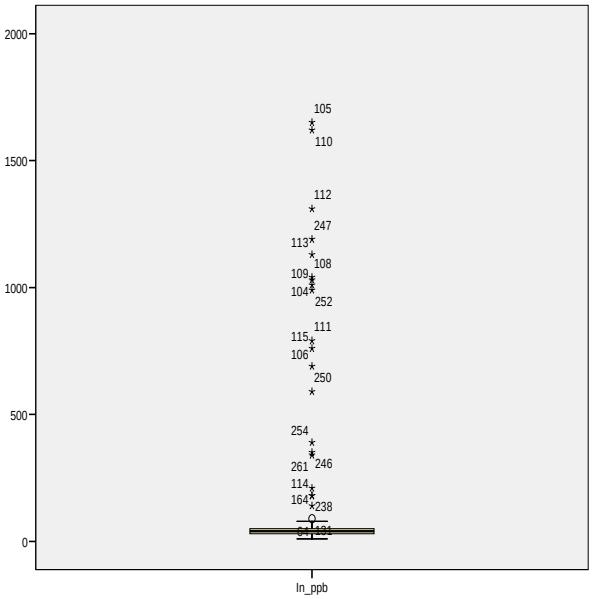


Figura 4.72: Gráfica de cajas y bigotes de indio en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

Molibdeno

Tiene un valor de fondo de 1,3 ppm y un umbral de 7,8 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios del Cretácico inferior (Fig. 4.73). Presenta moderada correlación con wolframio.

Níquel

Tiene un valor de fondo de 10,9 ppm y un umbral de 62 ppm, ligeramente superior a de los sedimentarios carbonatados (Fig. 4.74). Se observa una moderada correlación con molibdeno y cobalto.

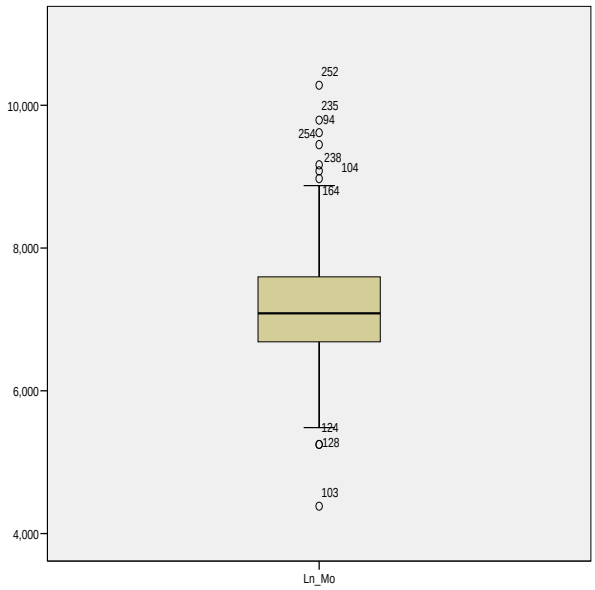


Figura 4.73: Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

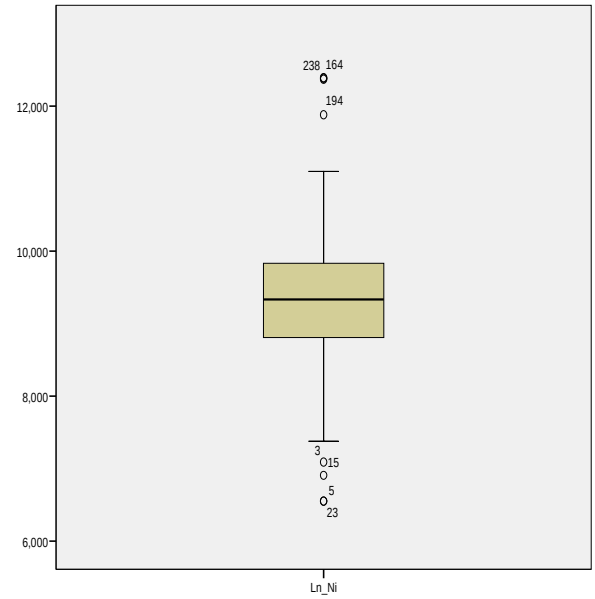


Figura 4.74: Gráfica de cajas y bigotes de níquel en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

Oro

Tiene distribución errática, con un umbral estimado en 48 ppb, superior únicamente al de los sedimentarios carbonatados. Se registra una gran cantidad de altos erráticos, llegando uno de ellos a superar 1 700 ppb (Fig. 4.75). También se observa moderada correlación con plata, cobre y zinc.

Plata

Tiene un valor de fondo de 0,06 ppm y un umbral de 0,8 ppm, similar al de los sedimentarios carbonatados (Fig. 4.76). Presenta fuerte correlación con zinc y moderada con cobre y oro.

Plomo

Tiene un valor de fondo de 22 ppm y un umbral de 63 ppm, ligeramente inferior al de los sedimentarios carbonatados (Fig. 4.77). Se observa fuerte correlación con cadmio, indio, antimonio y arsénico, y moderada con telurio y bismuto.

Teluro

Presenta distribución errática, con un umbral estimado en 0,7 ppm, mayor al de los sedimentarios. Ocurren numerosos altos erráticos, uno de los cuales llega a superar 40 ppm (Fig. 4.78). Tiene correlación moderada con arsénico, plomo, cadmio e indio.

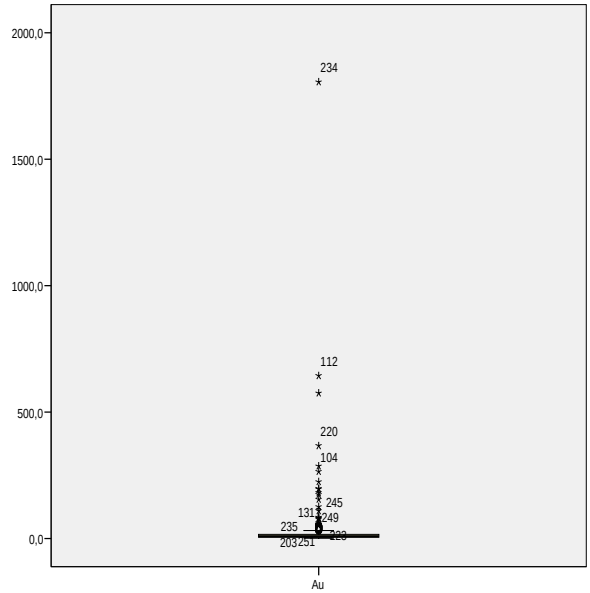


Figura 4.75: Gráfica de cajas y bigotes de oro en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

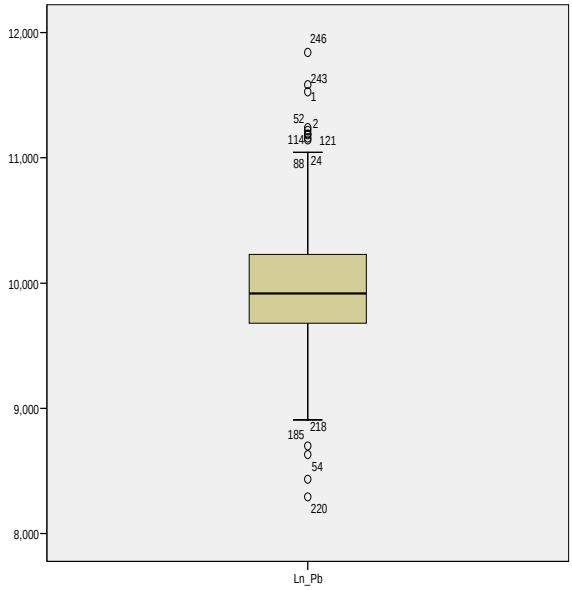


Figura 4.77: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

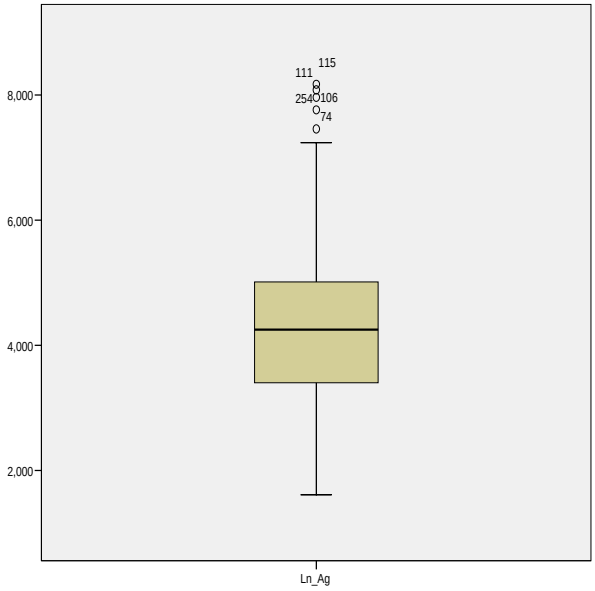


Figura 4.76: Gráfica de cajas y bigotes de plata en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

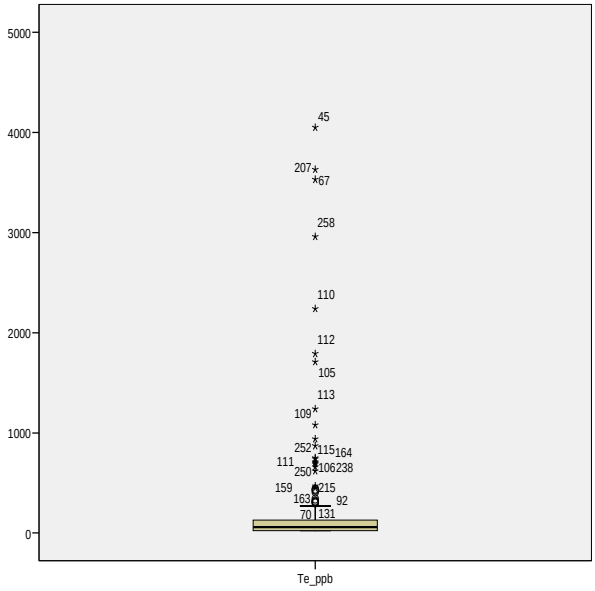


Figura 4.78: Gráfica de cajas y bigotes de teluro en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

Wolframio

También presenta distribución errática, con un umbral estimado en 12,9 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios (Fig. 4.79). Asimismo, se registra gran cantidad de altos erráticos que implican anomalías de muy fuerte intensidad. Tiene moderada correlación con arsénico y molibdeno.

Zinc

Tiene un valor de fondo de 88 ppm y un umbral de 165 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios (Fig. 4.80). Presenta fuerte correlación con cobre y plata, y moderada con cadmio.

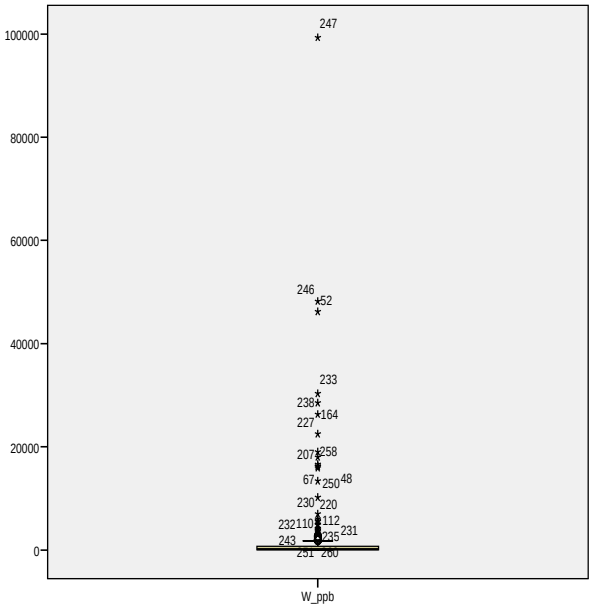


Figura 4.79: Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

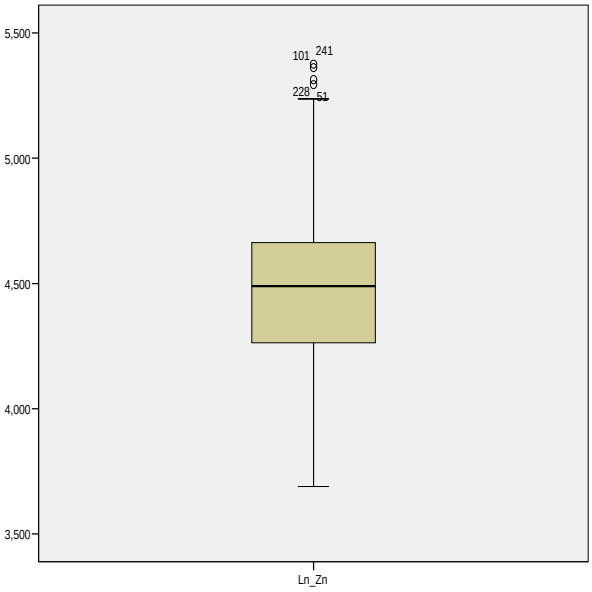


Figura 4.80: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en volcánicos del Paleógeno-Neógeno.

Distribución de elementos en intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

Tanto el indio como el telurio presentan distribución errática, mientras que los otros elementos tratados tienen distribución lognormal.

Los umbrales se comparan con los volcánicos paleógeno-neógenos y, cuando no es posible, se confrontan con los sedimentarios. Solamente se halló correlación fuerte de arsénico y antimonio.

Antimonio

Tiene un valor de fondo de 1,2 ppm y un umbral de 10 ppm, ligeramente inferior al de los volcánicos (Fig. 4.81). Presenta fuerte correlación con el arsénico y moderada con plomo, bismuto e indio.

Arsénico

Tiene un valor de fondo de 20 ppm y un umbral de 165 ppm, notablemente menor al de los volcánicos (Fig. 4.82). Se observa fuerte correlación con antimonio y moderada con plomo, bismuto e indio.

Bismuto

Tiene un valor de fondo de 0,4 ppm y un umbral de 2,2 ppm, inferior al de los sedimentarios clásticos jurásicos y cretácicos (Fig. 4.83). Se registra una moderada correlación con antimonio, plomo, arsénico e indio.

Cadmio

El valor de fondo es 0,45 ppm y l umbral de 1.98 ppm, notablemente inferior al de los sedimentarios (Fig. 4.84). Tiene moderada correlación con plomo, galio y cobalto.

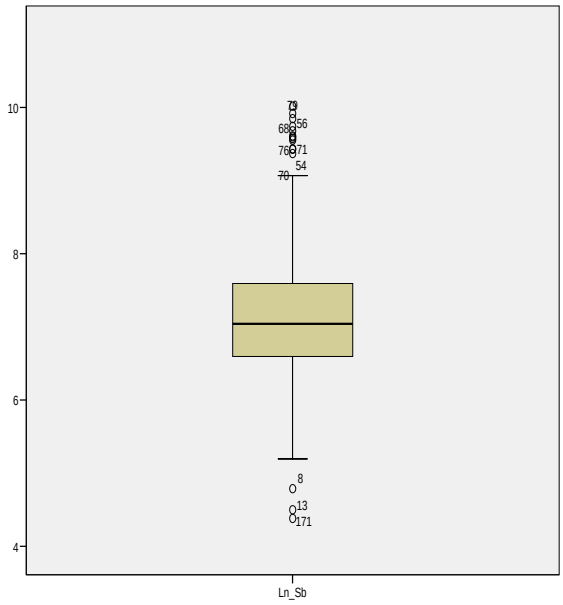


Figura 4.81: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Cobalto

Tiene un valor de fondo de 13 ppm y un umbral de 24 ppm, notablemente menor al de los sedimentarios carbonatados (Fig. 4.85). Se observa fuerte correlación con escandio y moderada con berilio, cadmio, cerio, cesio, galio, lantano, plomo, terbio e itrio.

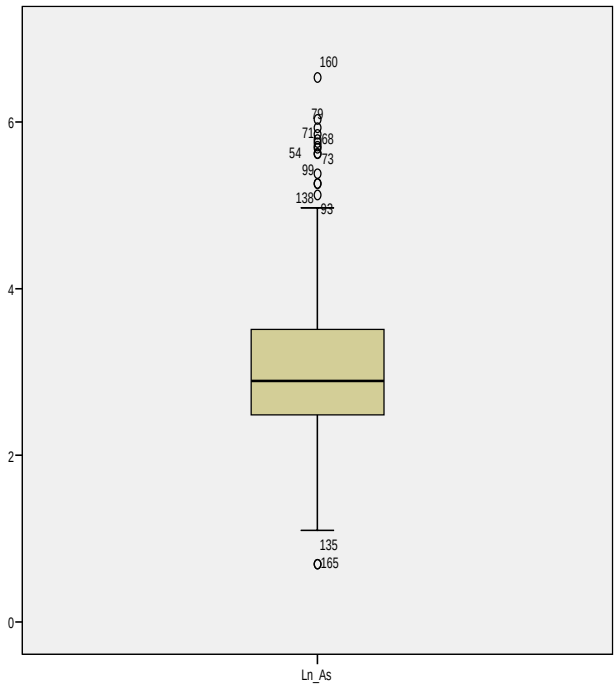


Figura 4.82: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

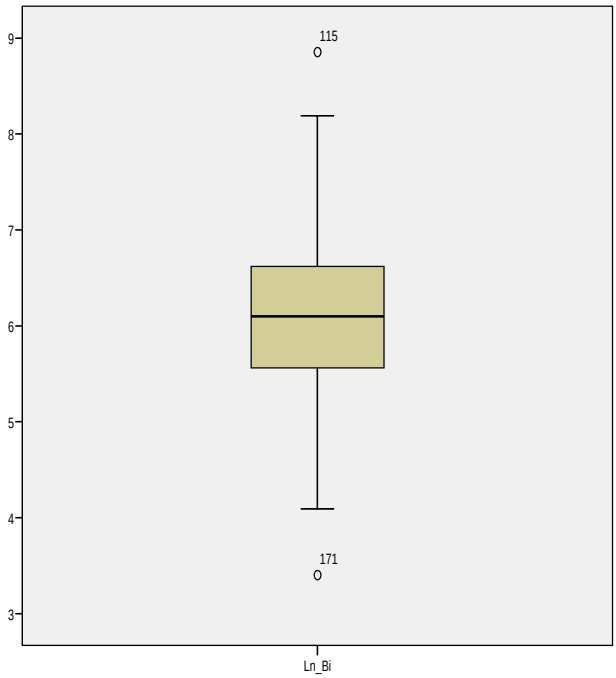


Figura 4.83: Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

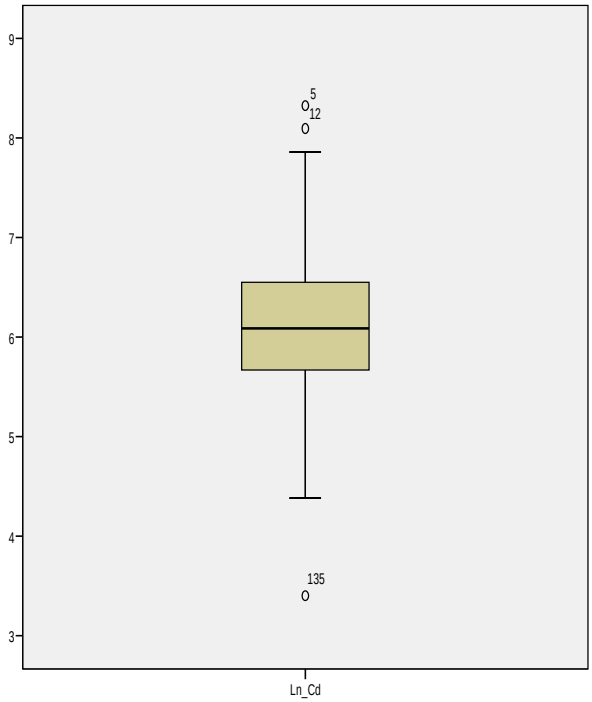


Figura 4.84: Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

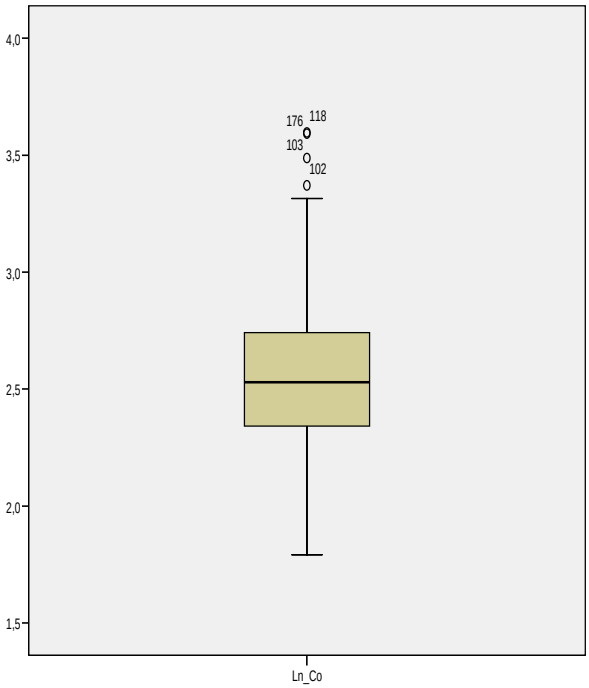


Figura 4.85: Gráfica de cajas y bigotes de cobalto en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 55 ppm y un umbral de 134 ppm, valor que duplica al umbral de los volcánicos (Fig. 4.86). Presenta moderada correlación con zinc.

Indio

Tiene un umbral estimado en 0,07 ppm, notablemente inferior al de los volcánicos (Fig. 4.87). Dos altos erráticos constituyen anomalías de intensidad muy fuerte. Presenta moderada correlación con antimonio, plomo, bismuto y arsénico.

Litio

Tiene un valor de fondo de 14 ppm y un umbral de 30 ppm, similar al de los sedimentarios carbonatados (Fig. 4.88). No tiene ninguna correlación con otro elemento.

Manganeso

Tiene un valor de fondo de 662 ppm y un umbral de 1125 ppm (Fig. 4.89). Muestra distribución lognormal, con algunos altos erráticos. Los índices de correlación son bajos.

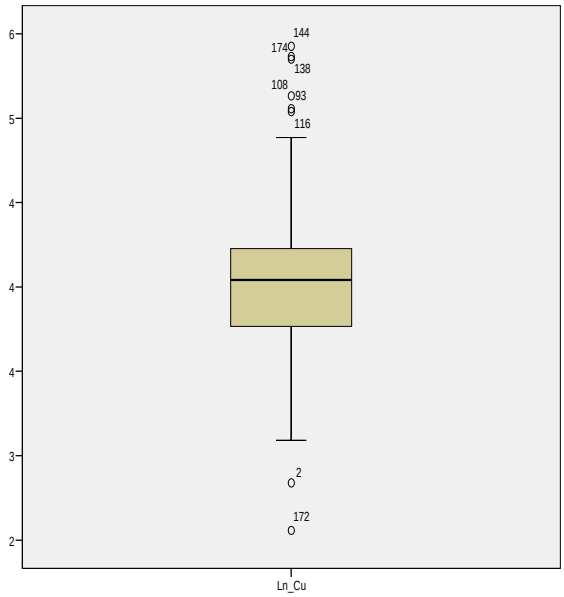


Figura 4.86: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

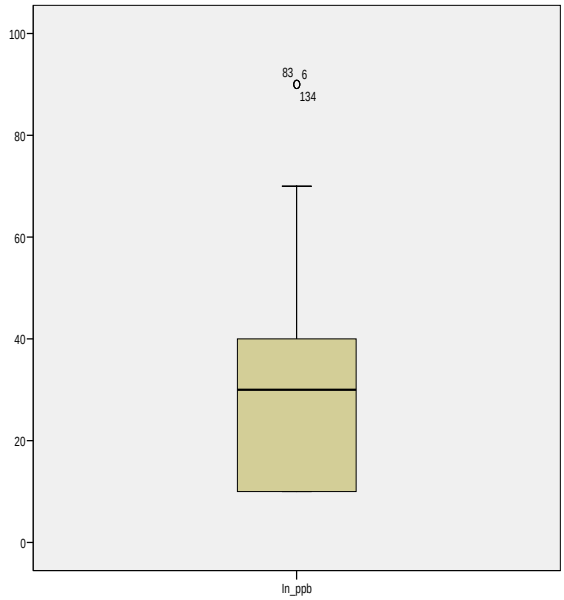


Figura 4.87: Gráfica de cajas y bigotes de indio en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

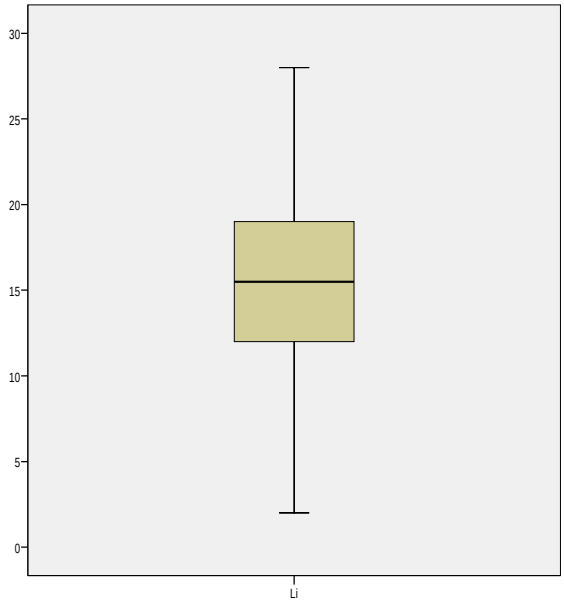


Figura 4.88: Gráfica de cajas y bigotes de litio en intrusivos del Cretácico-Paleógeno

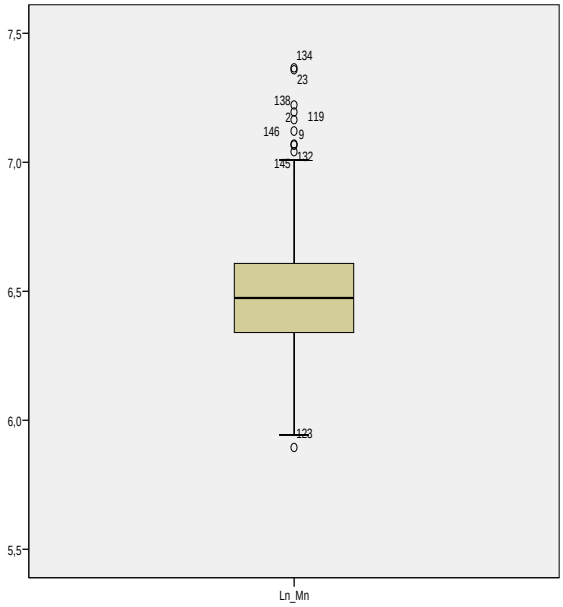


Figura 4.89: Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Molibdeno

El nivel de fondo es de 1,9 ppm y un umbral calculado en 6,2 ppm, ligeramente inferior al de los volcánicos (Fig. 4.90). Los índices de correlación son bajos.

Oro

El valor de fondo es 8 ppm y el umbral de 34 ppm, menor que el de los volcánicos (Fig. 4.91). Se registran seis altos erráticos que significan importantes anomalías. Además, tiene moderada correlación con plata.

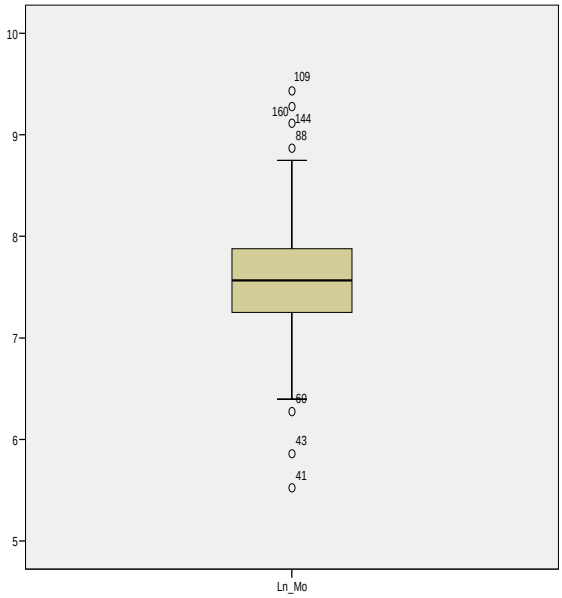


Figura 4.90: Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

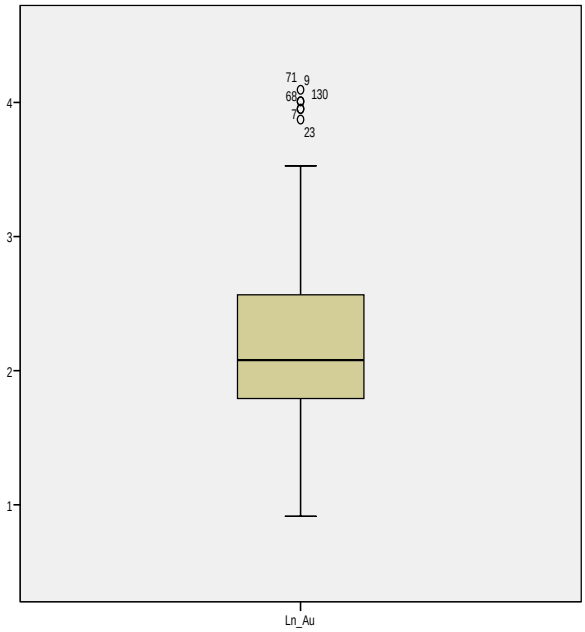


Figura 4.91: Gráfica de cajas y bigotes de oro en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Plata

Tiene un valor de fondo de 0,12 ppm y un umbral de 0,9 ppm, también similar al de los volcánicos (Fig. 4.92). Su correlación con el oro es moderada.

Plomo

Tiene un valor de fondo de 25 ppm y un umbral de 60 ppm, similar al de los volcánicos (Fig. 4.93). Presenta moderada correlación con antimonio, bismuto, cadmio, arsénico, indio y cobalto.

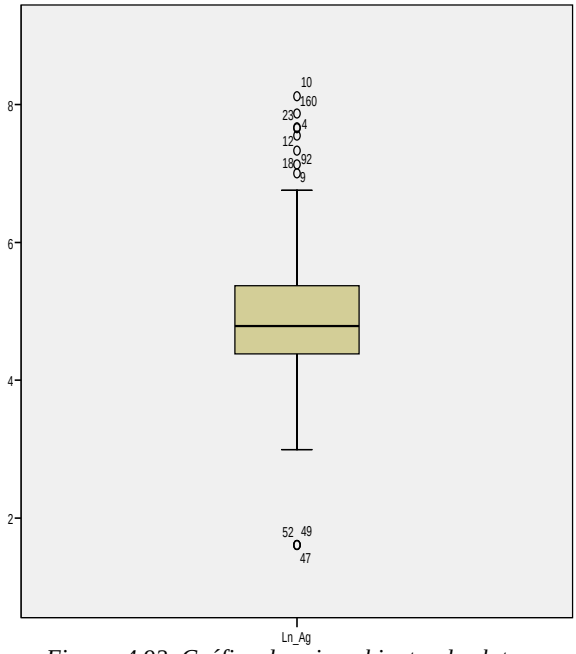


Figura 4.92: Gráfica de cajas y bigotes de plata en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

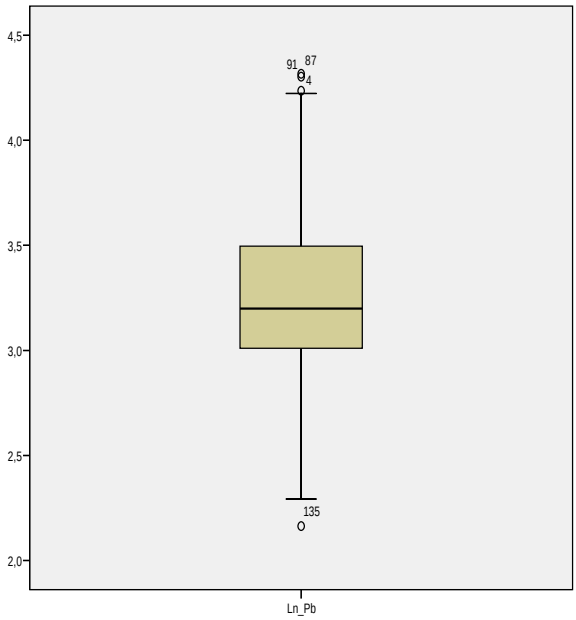


Figura 4.93: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Telurio

Tiene un umbral estimado en 0,26 ppm, notablemente menor al de los volcánicos (Fig. 4.94). Los índices de correlación son bajos.

Zinc

El valor de fondo es 92 ppm y el umbral de 174 ppm, superior al de los volcánicos (Fig. 4.95). Tiene moderada correlación con el cobre.

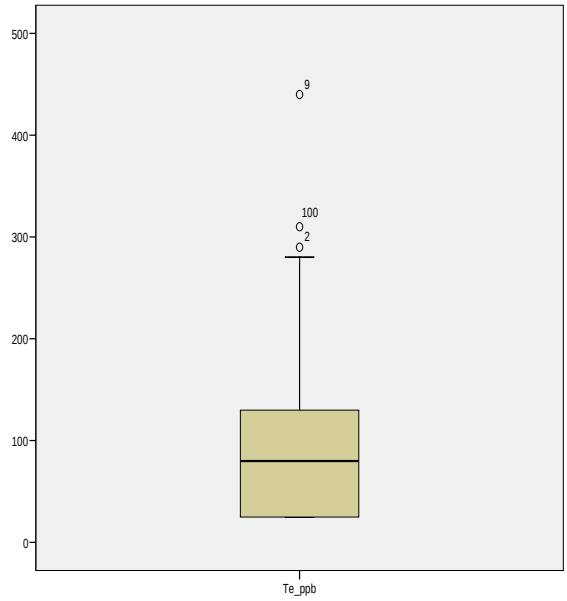


Figura 4.94: Gráfica de cajas y bigotes de teluro en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

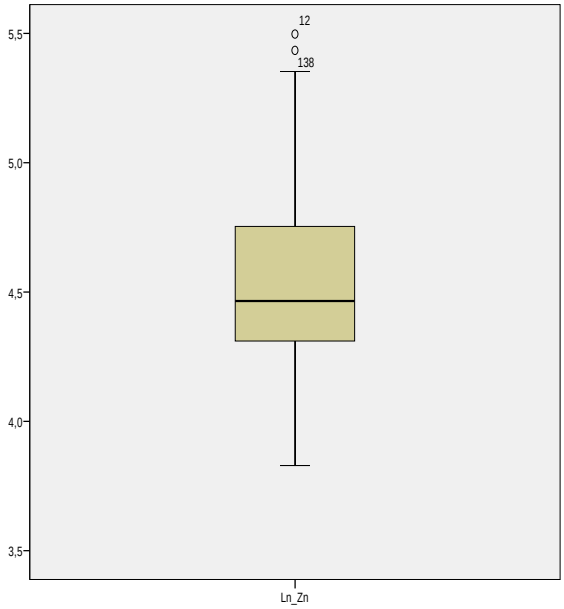


Figura 4.95: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en intrusivos del Cretácico-Paleógeno.

Distribución de elementos en intrusivos del Neógeno

A excepción del indio, oro y telurio, los otros elementos tienen distribución lognormal. Los valores resultantes se comparan con los obtenidos en el caso de los intrusivos cretácico-paleógenos. Cuando no hay elemento de comparación entre intrusivos, se confronta con los volcánicos.

Antimonio

Tiene un valor de fondo de 0,9 ppm y un umbral de 8,4 ppm, ligeramente inferior al de los intrusivos Cretácico-paleógenos. No aparecen valores erráticos (Fig. 4.96). Se observa fuerte correlación con plomo, telurio, arsénico, bismuto, cadmio e indio, y moderada con zinc, plata y cobre.

Arsénico

Tiene un valor de fondo de 28 ppm y un umbral de 360 ppm (Fig. 4.97), notablemente superior al de los intrusivos Cretácico-paleógenos. Presenta fuerte correlación con cadmio, plomo, antimonio, bismuto, indio y telurio, y moderada con cobre, zinc, níquel, cobalto y wolframio.

Bismuto

Su valor de fondo es 0,34 ppm, mientras que su umbral llega a 1,58 ppm, sin valores erráticos (Fig. 4.98).

Cadmio

El valor de fondo es 0,5 ppm y el umbral de 6,7 ppm, mucho mayor al de los intrusivos cretácico-paleógenos (Fig. 4.99). Carece también de valores erráticos. Tiene fuerte correlación con plomo, antimonio, arsénico, bismuto, y moderada con indio, berilio, telurio, zinc, plata, cobalto, manganeso, níquel, estaño y wolframio.

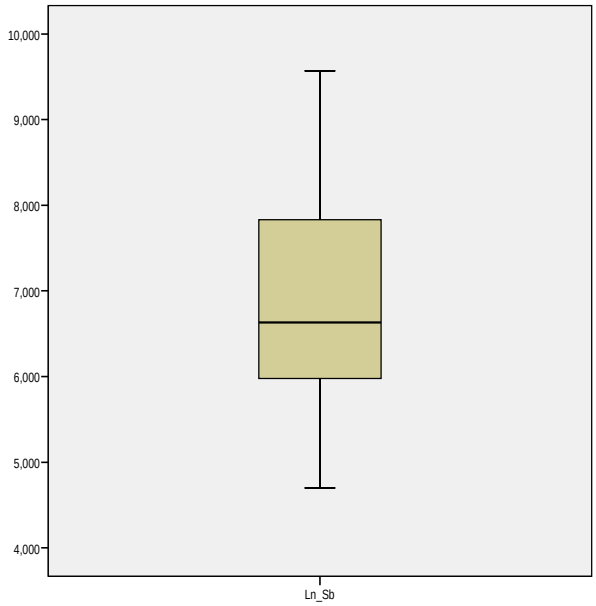


Figura 4.96: Gráfica de cajas y bigotes de antimonio en intrusivos del Neógeno.

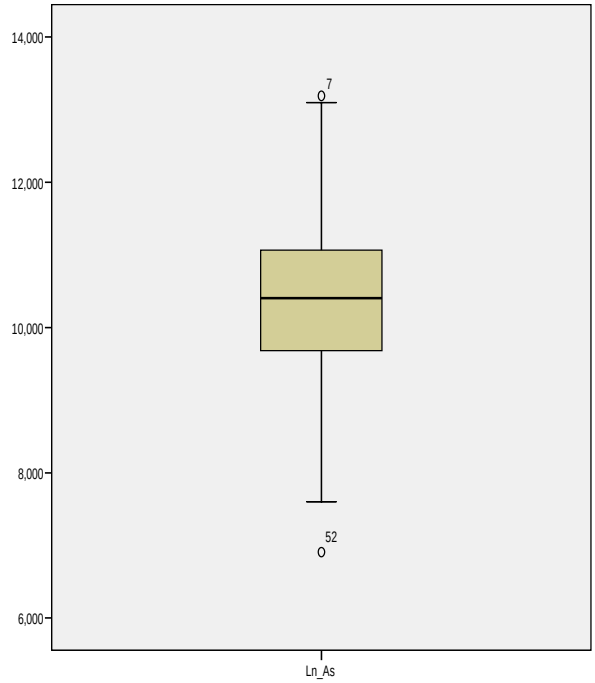


Figura 4.97: Gráfica de cajas y bigotes de arsénico en intrusivos del Neógeno.

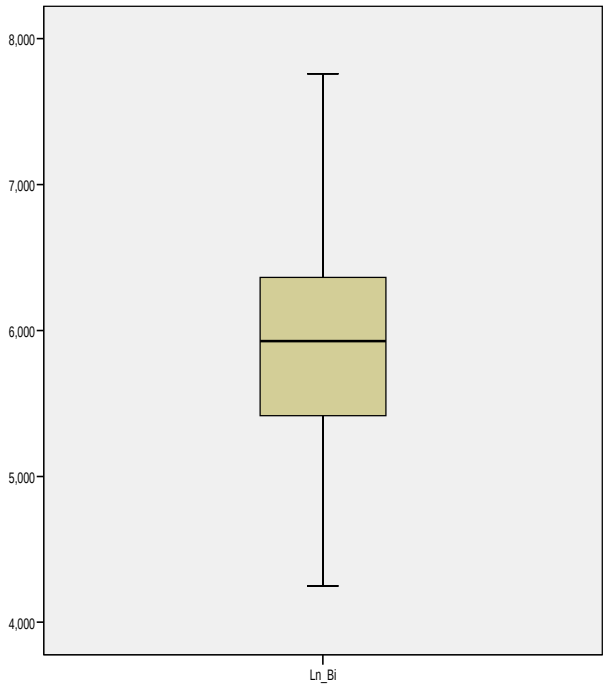


Figura 4.98: Gráfica de cajas y bigotes de bismuto en intrusivos del Neógeno.

Cobre

Tiene un valor de fondo de 21 ppm y un umbral de 148 ppm, casi similar al de los intrusivos cretácico-paleógenos (Fig. 4.100), sin valores erráticos. Presenta fuerte correlación con zinc, plata y telurio, y moderada con bismuto, antimonio, indio, arsénico y wolframio.

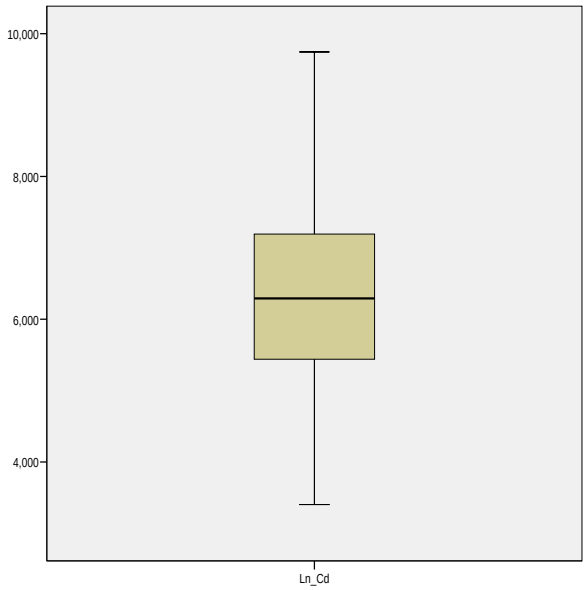


Figura 4.99: Gráfica de cajas y bigotes de cadmio en intrusivos del Neógeno.

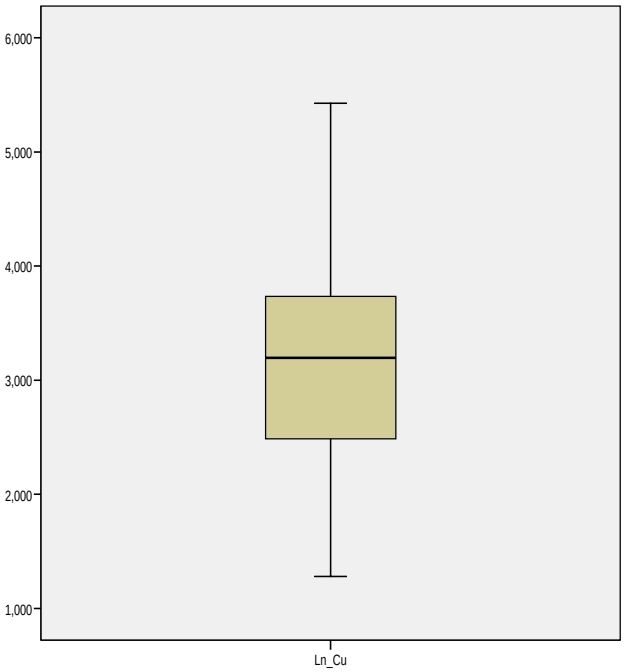


Figura 4.100: Gráfica de cajas y bigotes de cobre en intrusivos del Neógeno.

Estaño

El valor de fondo es 0,6 ppm y el umbral de 2,8 ppm (Fig. 4.101). No se distinguen altos erráticos. Tiene correlación moderada con cadmio, plomo y bismuto.

Indio

Tiene un umbral estimado en 0,07 ppm, ligeramente inferior al de los intrusivos cretácico-paleógenos. Algunos altos erráticos llegan a bordear los 20 ppm, pero uno de ellos llega a superar los 90 ppm (Fig. 4.102). Presenta fuerte correlación con plomo, telurio, bismuto, antimonio y arsénico, y moderada con cadmio, zinc, cobre, wolframio, berilio y plata.

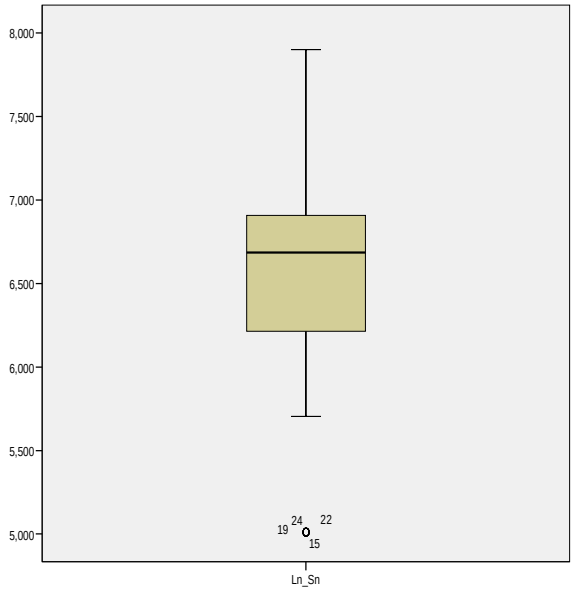


Figura 4.101: Gráfica de cajas y bigotes de estaño en intrusivos del Neógeno.

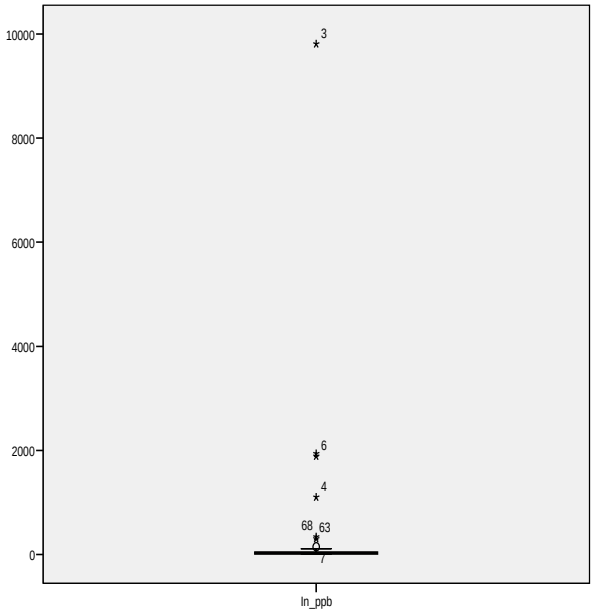


Figura 4.102: Gráfica de cajas y bigotes de indio en intrusivos del Neógeno.

Manganeso

El valor de fondo es 452 ppm y el umbral de 2 188 ppm (Fig. 4.103). Tiene fuerte correlación con zinc y moderada con plata, cobre, cadmio y oro.

Molibdeno

Tiene un valor de fondo de 4 ppm y un umbral de 45 ppm, mucho mayor al de las otras poblaciones tratadas (Fig. 4.104). Presenta moderada correlación con wolframio.

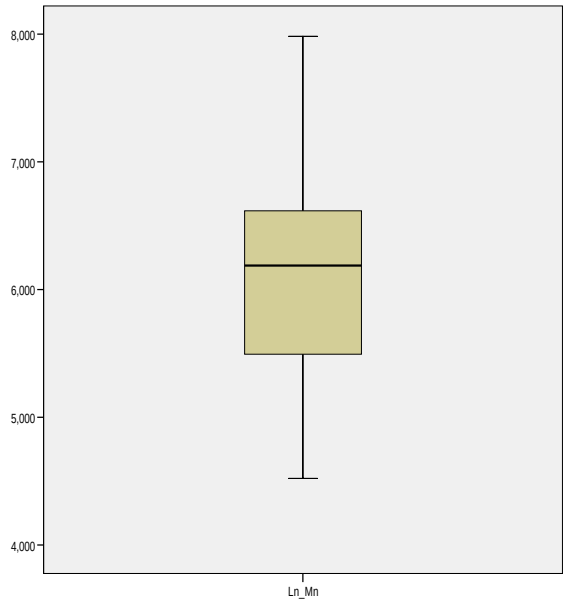


Figura 4.103: Gráfica de cajas y bigotes de manganeso en intrusivos del Neógeno.

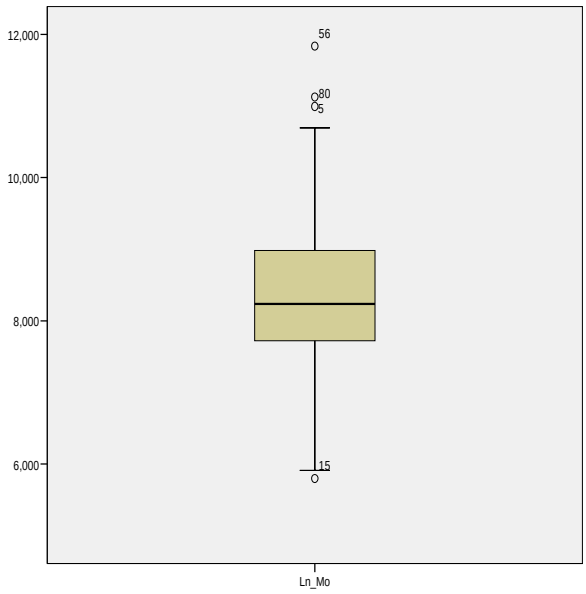


Figura 4.104: Gráfica de cajas y bigotes de molibdeno en intrusivos del Neógeno.

Oro

Su umbral está estimado en 30 ppb, notablemente menor que los intrusivos cretácico-paleógenos. Cuatro altos erráticos alcanzan intensidades anómalas muy fuertes (Fig. 4.105). Se observa moderada correlación con manganeso, plata y zinc.

Plata

Tiene un valor de fondo de 0,07 ppm y un umbral de 1,5 ppm, casi el doble de aquel de los intrusivos cretácico-paleógenos (Fig. 4.106). No se registraron valores erráticos. Presenta fuerte correlación con zinc y cobre, y moderada con manganeso, antimonio, plomo, bismuto y cadmio.

Plomo

Tiene un valor de fondo de 21 ppm y un umbral de 128 ppm, superior al de los intrusivos cretácico-paleógenos (4.107). Se observa fuerte correlación con antimonio, arsénico, cadmio, indio, bismuto y telurio, y moderada con berilio, zinc, plata, estaño y wolframio.

Teluro

Tiene un umbral estimado en 0,12 ppm, muy inferior al de los intrusivos cretácico-paleógenos (Fig. 4.108). Presenta fuerte correlación con antimonio, bismuto, indio, plomo, zinc, cobre y arsénico, y moderada con plata, cadmio, wolframio y manganeso.

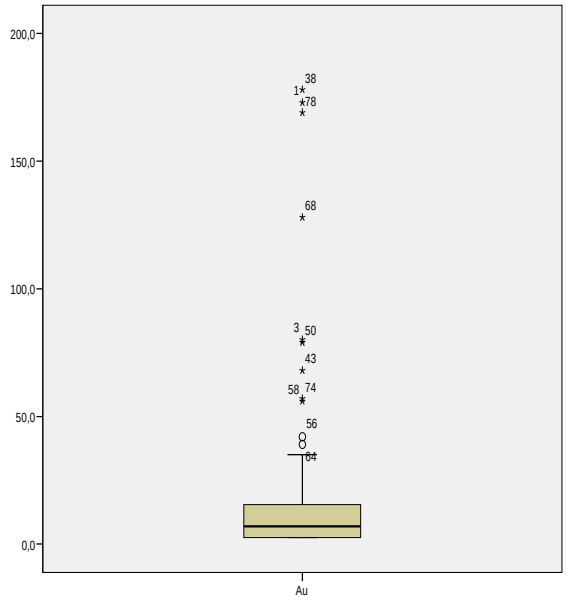


Figura 4.105: Gráfica de cajas y bigotes de oro en intrusivos del Neógeno.

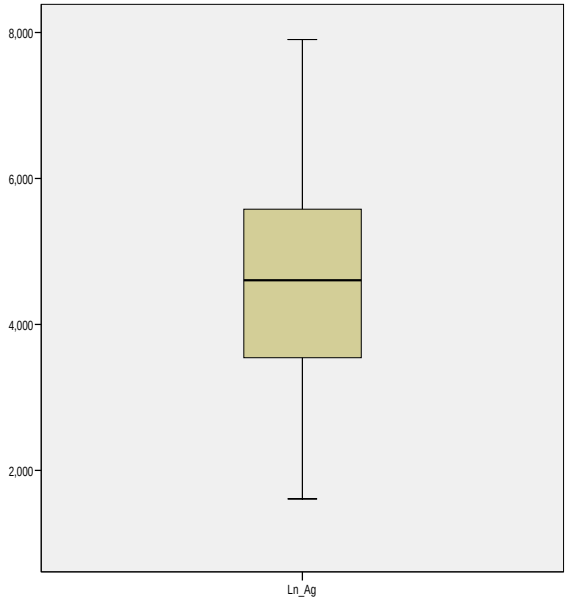


Figura 4.106: Gráfica de cajas y bigotes de plata en intrusivos del Neógeno.

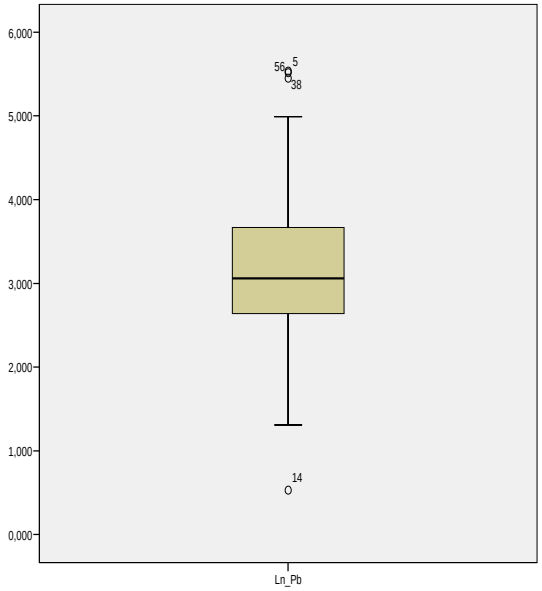


Figura 4.107: Gráfica de cajas y bigotes de plomo en intrusivos del Neógeno.

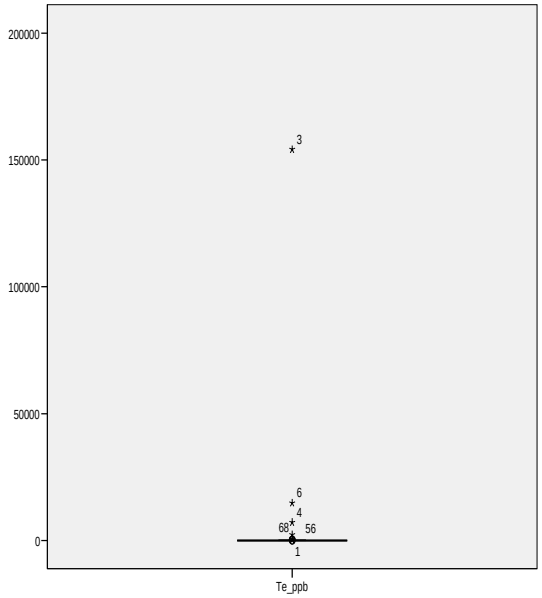


Figura 4.108: Gráfica de cajas y bigotes de teluro en intrusivos del Neógeno.

Wolframio

Tiene un valor de fondo de 1,2 ppm y un umbral de 36 ppm (Fig. 4.109), similar al de los sedimentarios del Cretácico inferior. Se observa fuerte correlación con bismuto y moderada positiva con molibdeno, antimonio, zinc, cobre, arsénico, cadmio, plomo y telurio. Asimismo tiene correlación moderada negativa con mercurio.

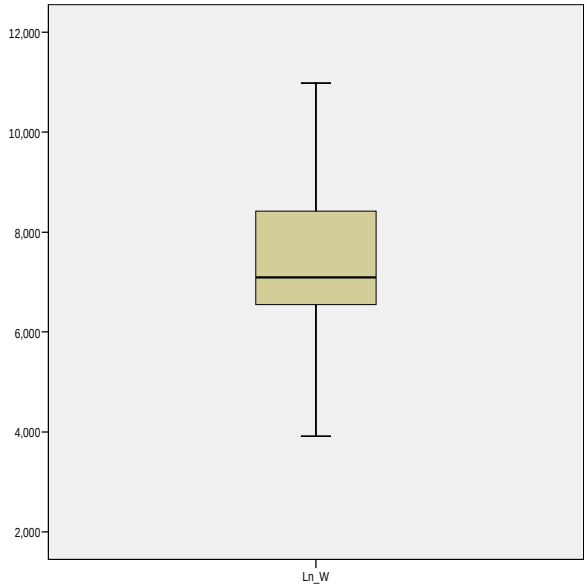


Figura 4.109: Gráfica de cajas y bigotes de wolframio en intrusivos del Neógeno.

Zinc

El valor de fondo es 94 ppm y el umbral de 560 ppm (Fig. 4.110), notablemente superior al de los intrusivos cretácico-paleógenos. Se registra fuerte correlación con plata, cobre, telurio y manganeso, y moderada con wolframio, bismuto, antimonio, plomo, indio, arsénico y oro.

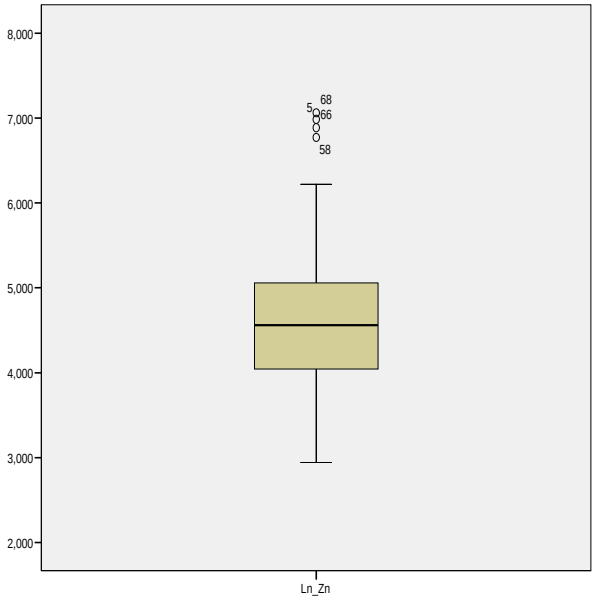


Figura 4.110: Gráfica de cajas y bigotes de zinc en intrusivos del Neógeno.

Niveles de Abundancia de los Elementos

A continuación se describe cada elemento tratado, comparando los seis ambientes geológicos identificados, en función de la proveniencia de los sedimentos. Esta comparación se efectúa con la observación de las gráficas de «cajas y bigotes». El nivel promedio es aproximadamente el nivel de fondo, en tanto que los valores denominados «altos erráticos» constituirán las anomalías geoquímicas de mayor intensidad.

Niveles de Antimonio

Es notable el nivel de fondo más bajo de los sedimentarios carbonatados, en tanto que para el resto de ambientes estos niveles no muestran mayor variabilidad. Destacan los intrusivos neógenos así como los sedimentarios jurásicos por los fuertes valores erráticos, que significarán anomalías más intensas (Fig. 4.111), como en el caso de Pasto Bueno (más de 1 100 ppm), relacionado a ambas unidades y que destaca en el mapa isolvalórico (Anexo Fig. F1); otro sector que presenta valores relativamente altos (inferiores a 82 ppm) es el de Quiruvilca, emplazado en los volcánicos.

Niveles de Arsénico

El nivel de fondo más bajo corresponde a los sedimentarios carbonatados, en tanto que estos niveles son similares para los clásticos. En lo que se refiere a los ígneos, el nivel de fondo es mayor para los intrusivos del Neógeno, donde se registran erráticos más fuertes (Fig. 4.112).

En el mapa isovalórico (Anexo Fig. F2) destaca el sector de Pasto Bueno, en donde supera los 8 000 ppm, seguido de Quiruvilca, aunque sin superar los 900 ppm.

Niveles de Berilio

El nivel de fondo más bajo corresponde a los intrusivos Cretácico-paleógenos, diferenciándose así de las otras unidades ígneas (Fig. 4.113). Destaca el sector al oeste de Cabana, donde la anomalía supera los 3 ppm (Anexo Fig. F3).

Niveles de Bismuto

Al igual que el arsénico, el nivel de fondo más bajo corresponde a los sedimentarios carbonatados, con niveles similares para los sedimentarios clásticos, aunque los jurásicos muestran valores erráticos más intensos. Con respecto a los ígneos, el mayor nivel de fondo corresponde a los volcánicos, siendo similares para los intrusivos, diferenciándose estos últimos porque los del Neógeno presentan erráticos más fuertes (Fig. 4.114), como el caso de Pasto Bueno (Anexo Fig. F4).

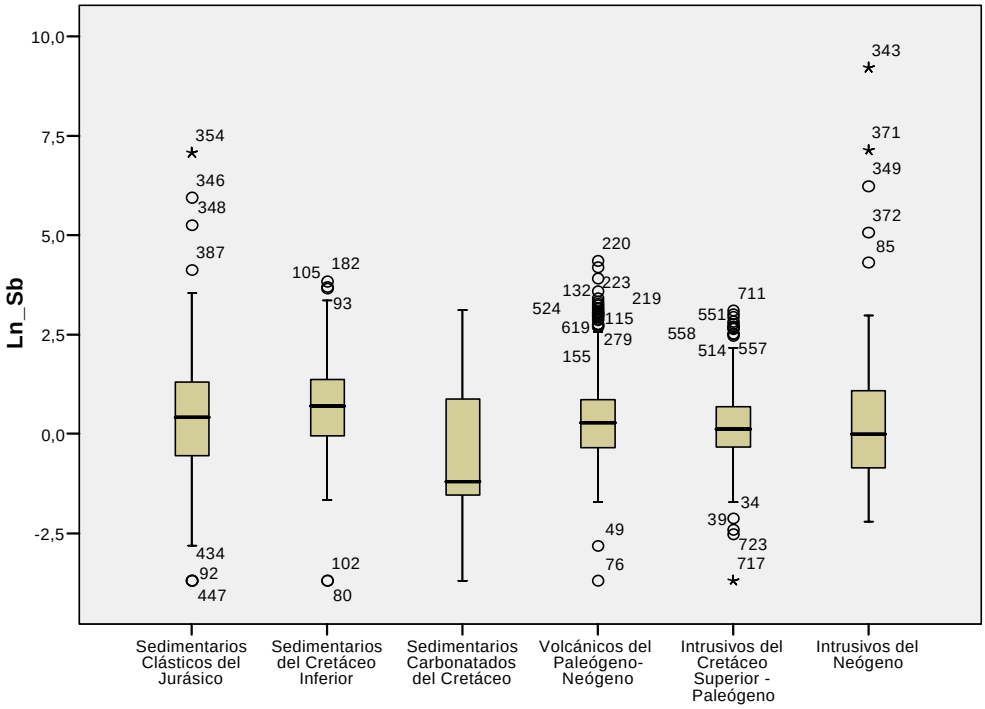


Figura 4.111: Gráfica de cajas y bigotes del antimonio.

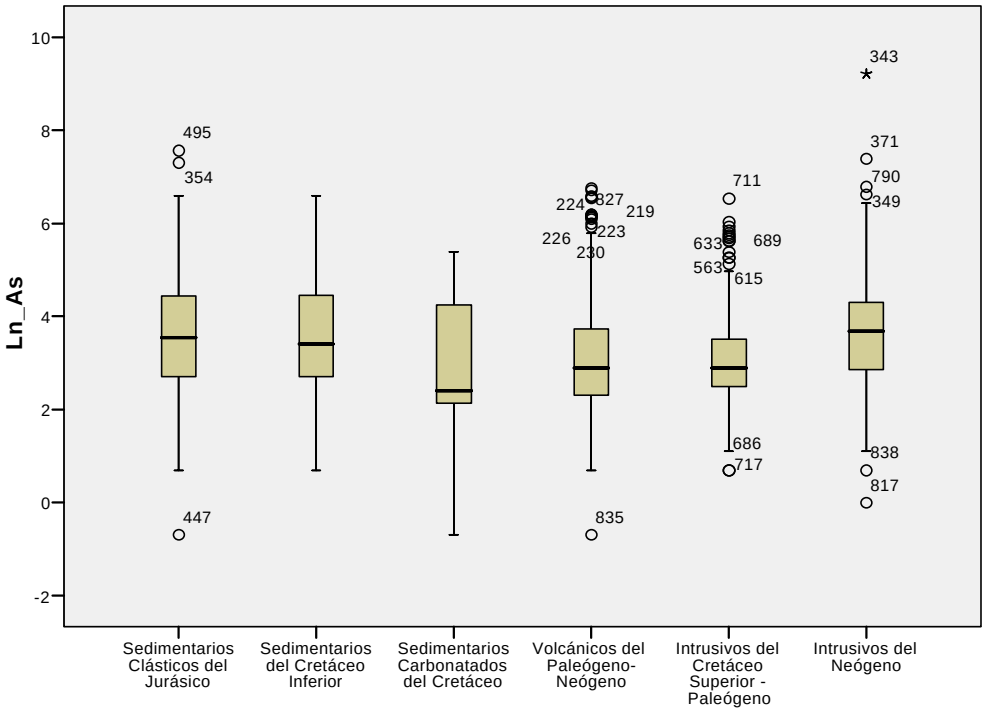


Figura 4.112 Gráfica de cajas y bigotes del arsénico.

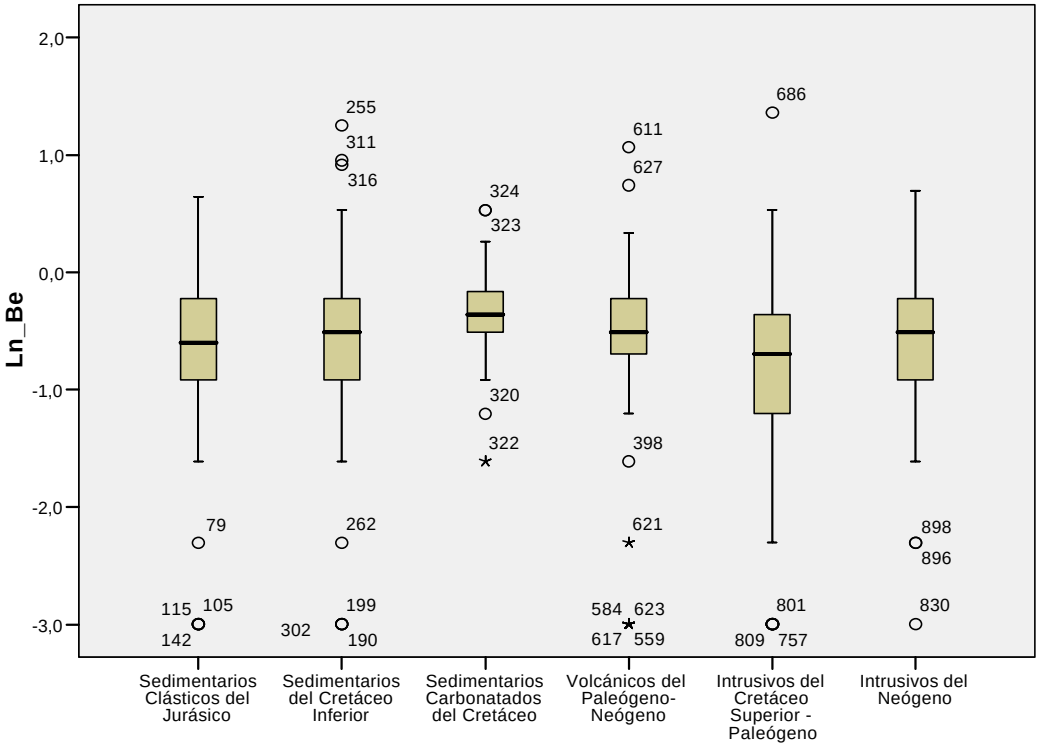


Figura 4.113: Gráfica de cajas y bigotes de berilio.

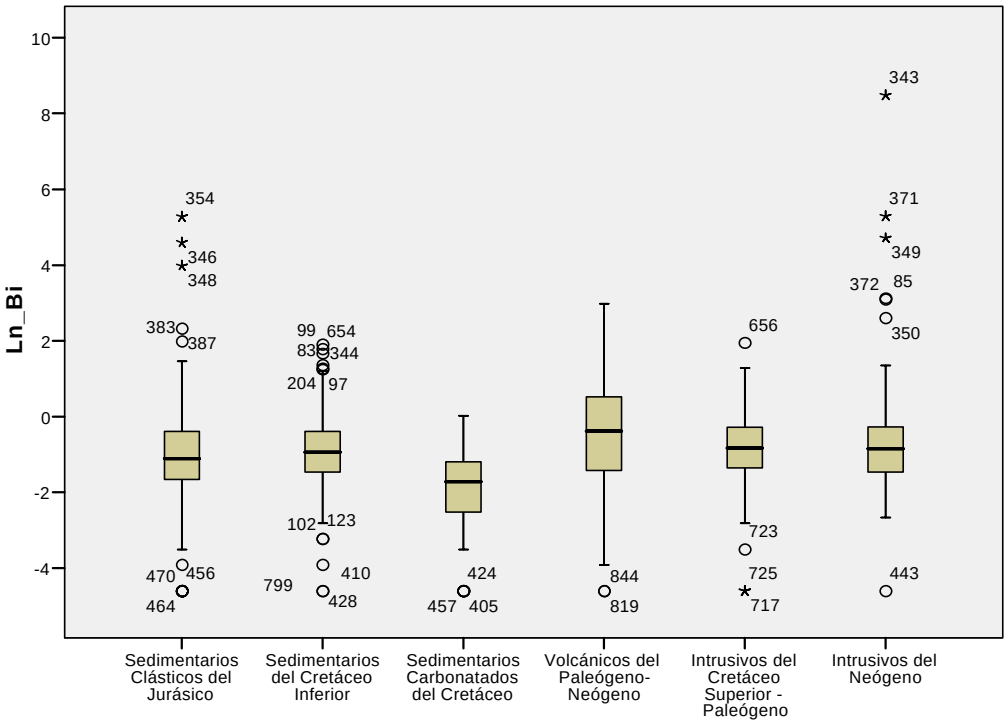


Figura 4.114: Gráfica de cajas y bigotes del bismuto.

Niveles de Cadmio

El nivel de fondo más bajo corresponde a los sedimentarios carbonatados, con niveles similares para los sedimentarios clásticos, aunque los jurásicos muestran valores erráticos más intensos. En cuanto a los ígneos, los intrusivos neógenos disponen del mayor nivel de fondo así como de un mayor rango intercuartílico y con máximos erráticos correspondientes a Pasto Bueno; los volcánicos se caracterizan por presentar una fuerte cantidad de valores erráticos, los que constituirán valores anómalos (Fig. 4.115), como en el caso del sector Quiruvilca (Anexo Fig. F5).

Niveles de Cesio

Los niveles de abundancia difieren notablemente de las tendencias observadas en los elementos anteriormente analizados, con niveles de fondo similares. Los volcánicos presentan valores erráticos más fuertes (Fig. 4.116), los cuales se distribuyen al oeste de Santiago de Chuco, tal como se aprecia en el mapa isovalórico respectivo (Anexo Fig. F6).

Niveles de Cobalto

En general, los niveles de abundancia son similares, con una distribución más regular en el caso de los sedimentarios carbonatados, los cuales no tienen altos erráticos (Fig. 4.117). Destacan algunos erráticos al este de Pashpap y Cabana, así como alrededor de las minas Callulin y Santa Rosa (Anexo Fig. F7).

Niveles de Cobre

Los niveles promedio o de fondo resultan disímiles, siendo el más bajo el correspondiente a los sedimentarios carbonatados y el mayor a los intrusivos Cretácico-paleógenos. Es importante anotar que los volcánicos e intrusivos neógenos, a pesar de tener niveles de fondo bajos, presentan la mayor cantidad de altos erráticos y en consecuencia, de valores anómalos de mayor intensidad (Fig. 4.118). En el mapa isovalórico respectivo (Anexo Fig. F8) destacan los sectores Pasto Bueno y Pashpap, y en menor medida Quiruvilca.

Niveles de Estaño

Los niveles de abundancia son notablemente distintivos tanto en los ambientes sedimentarios como en los ígneos, siendo menores en los primeros; en cuanto a los segundos, el nivel máximo le corresponde a los volcánicos, los cuales muestran gran cantidad de valores anómalos fuertes o muy fuertes (Fig. 4.119). En el mapa isovalórico respectivo (Anexo Fig. F9) se aprecian los valores notablemente más bajos en los sedimentarios jurásicos así como en los intrusivos neógenos.

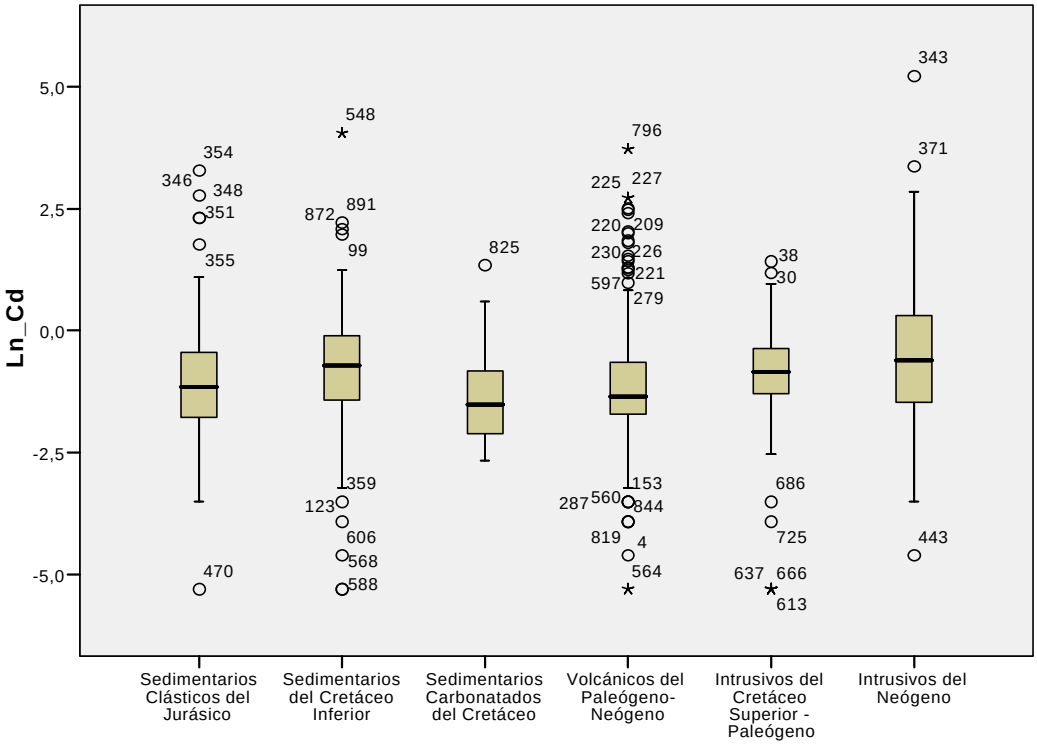


Figura 4.115: Gráfica de cajas y bigotes del cadmio.

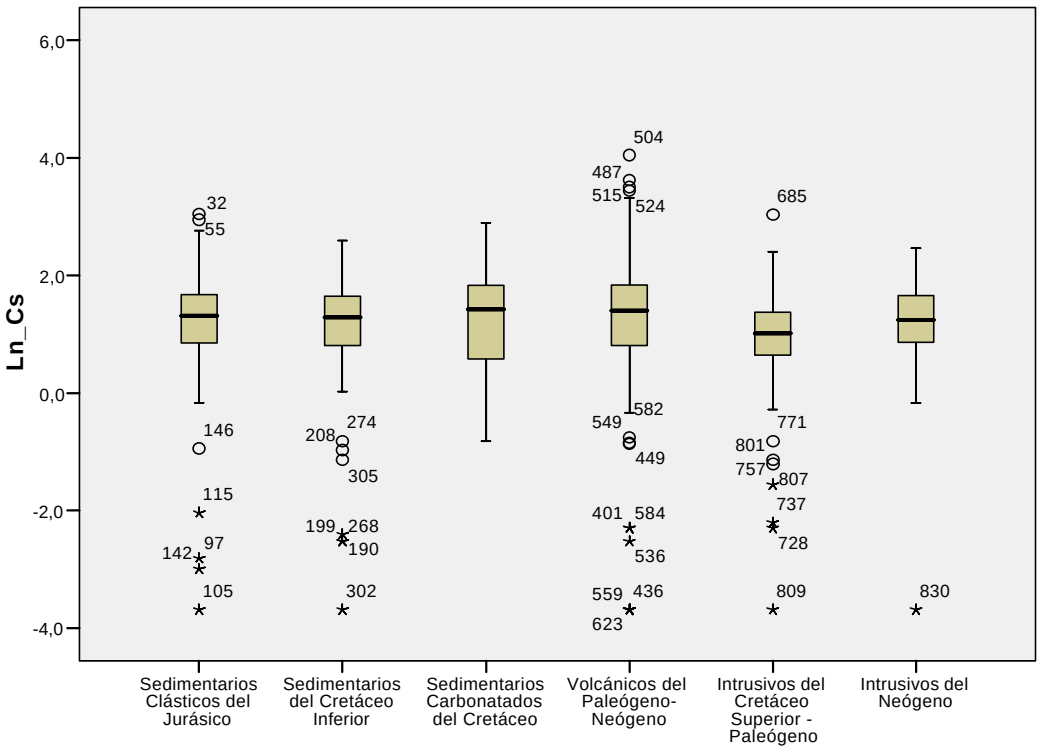


Fig. 4.116: Gráfica de cajas y bigotes del cesio.

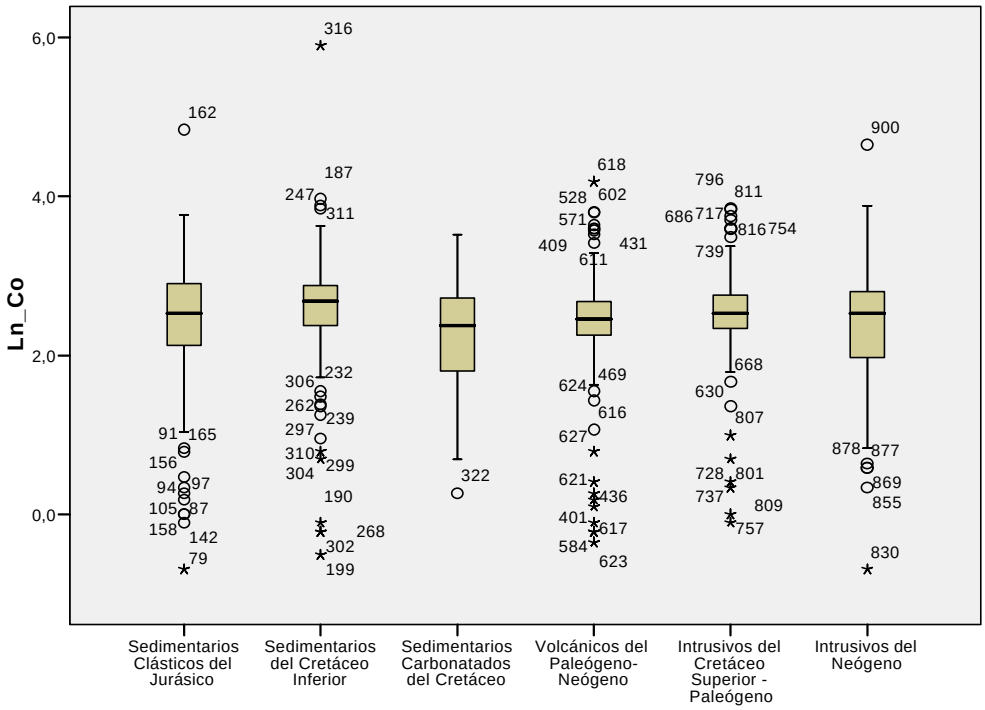


Figura 4.117: Gráfica de cajas y bigotes del cobalto.

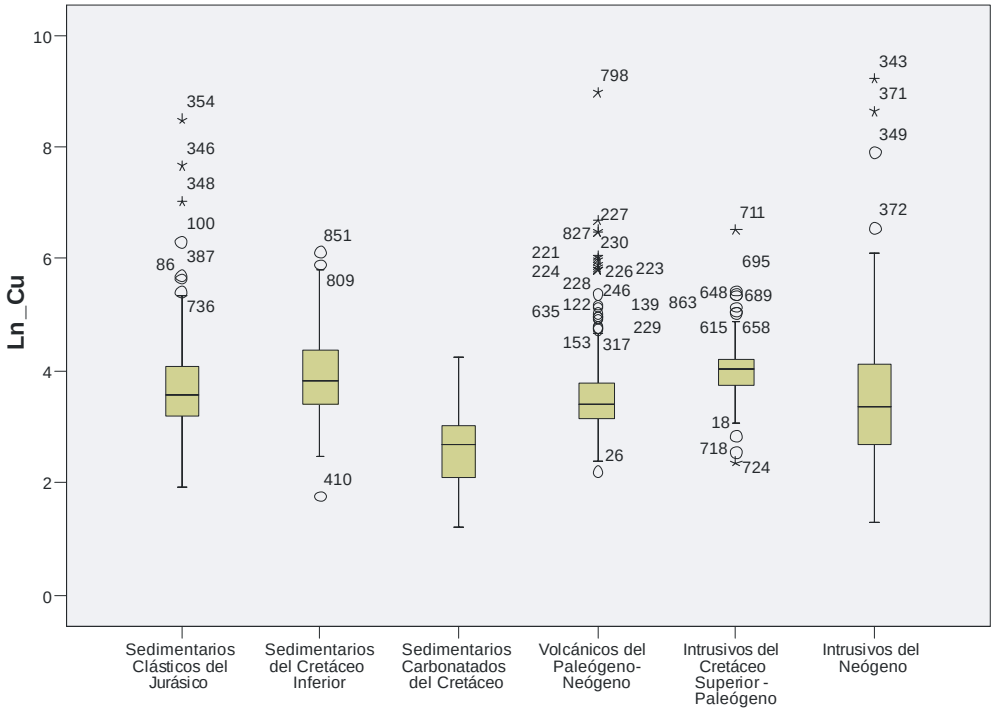


Figura 4.118: Gráfica de cajas y bigotes del cobre.

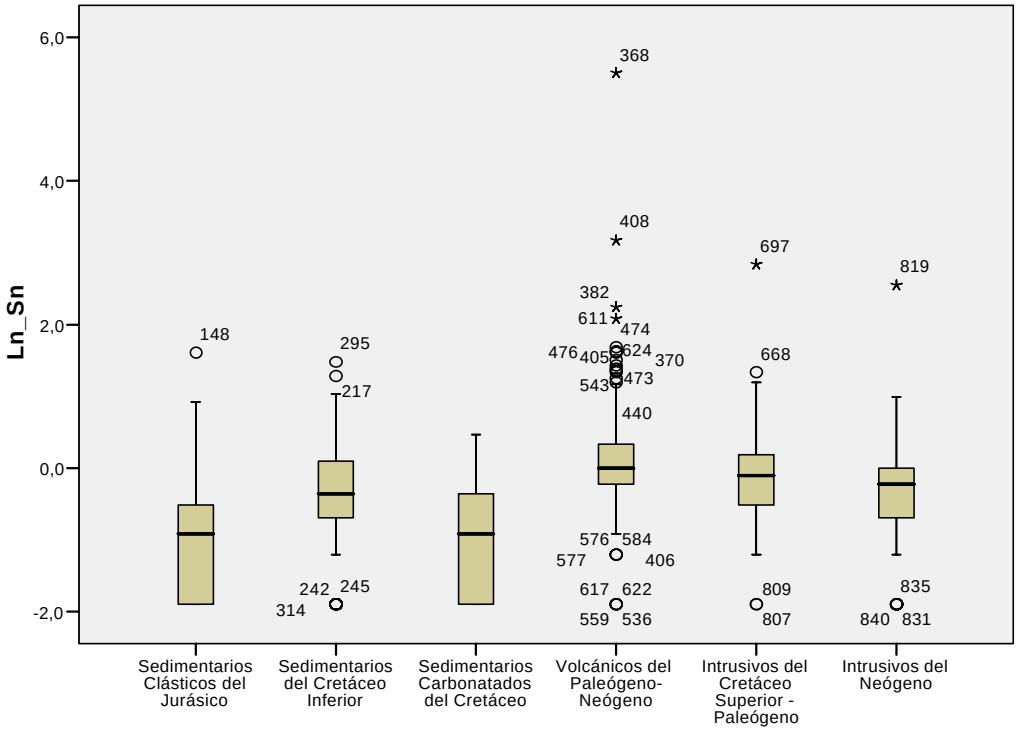


Figura 4.119: Gráfica de cajas y bigotes del estaño.

Niveles de Indio

Tanto los sedimentarios clásticos como los volcánicos muestran niveles de fondo similares, en tanto que los carbonatados están a la par con los intrusivos; destacan asimismo los mayores valores erráticos resultantes en los intrusivos neógenos (caso de Pasto Bueno). La mayor cantidad de valores anómalos ocurren en los volcánicos y sedimentarios jurásicos (Fig. 4.120), representados en el mapa isovalórico (Anexo Fig. F10) por los sectores Quiruvilca y Pashpap respectivamente.

Niveles de Litio

Los rangos de abundancia son más amplios en sedimentarios jurásicos e intrusivos neógenos, los cuales tienen los mayores valores de fondo; por su parte, los sedimentarios carbonatados resultan con el nivel de fondo más bajo (Anexo Fig. F11). En general, es poca la presencia de altos erráticos y en consecuencia, de anomalías de buena intensidad (Fig. 4.121).

Niveles de Manganeso

El rango de abundancia tanto para volcánicos como para intrusivos Cretácico-paleógenos es más estrecho en comparación con los otros ambientes, además de tener los mayores valores de fondo y la mayor cantidad de valores erráticos altos (Fig. 4.122), lo cual también se aprecia en el respectivo mapa isovalórico (Anexo Fig. F12).

Niveles de Molibdeno

El mayor valor de fondo corresponde a los intrusivos neógenos en tanto que el menor a los sedimentarios carbonatados. Las anomalías de mayor contraste ocurren en los volcánicos, al presentar un nivel de fondo bajo así como numerosos altos erráticos (Anexo Fig. F13). Es importante observar los diferentes niveles de abundancia que caracterizan a cada ambiente geológico (Fig. 4.123).

Niveles de Níquel

Los rangos de abundancia son similares excepto en los volcánicos, los cuales presentan el nivel de fondo más bajo (Anexo Fig. F14). La mayoría presenta valores altos pero no llegan a significar anomalías de intensidad fuerte (Fig. 4.124).

Niveles de Oro

La mayor cantidad de altos erráticos se presentan en los sedimentarios clásticos, llegando a superar los 7 000 ppb (entre mina Santa Rosa y Pallasca), mientras que los niveles más bajos corresponden a los sedimentarios carbonatados. Entre los ambientes de intrusivos también se establecen diferencias, con los niveles mayores registrados para los Cretácico-paleógenos (Fig. 4.125). Por su parte, los volcánicos muestran niveles de fondo relativamente bajos (Anexo Fig. F15). En el río Tablachaca, zona donde se «lava» oro, se reflejan importantes anomalías, principalmente a partir de la confluencia del río Cabana.

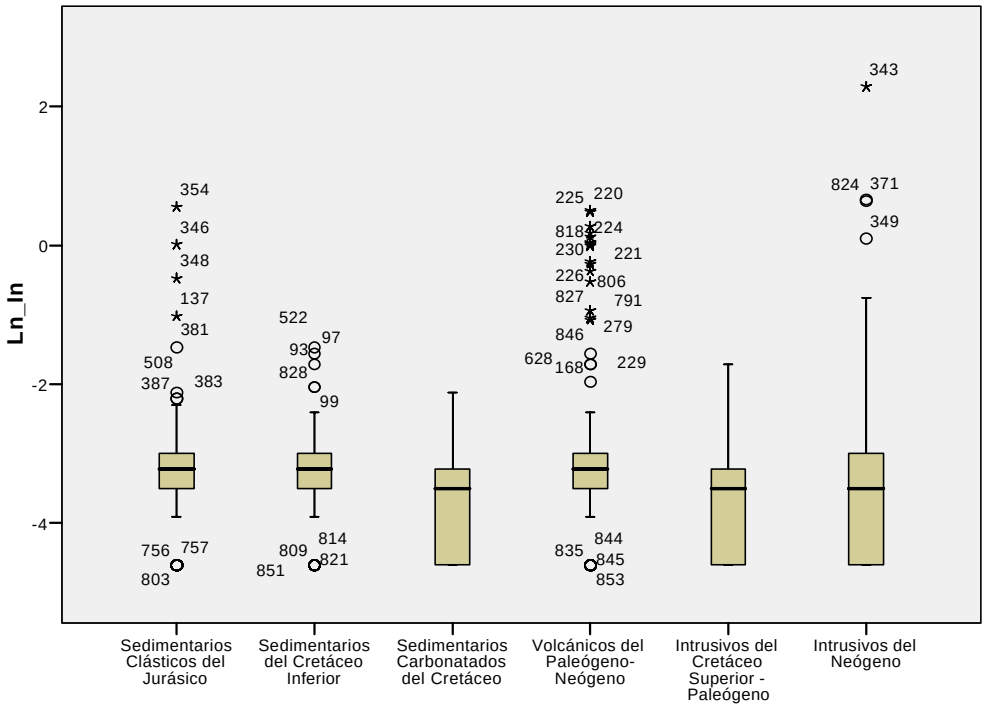


Figura 4.120: Gráfica de cajas y bigotes del indio

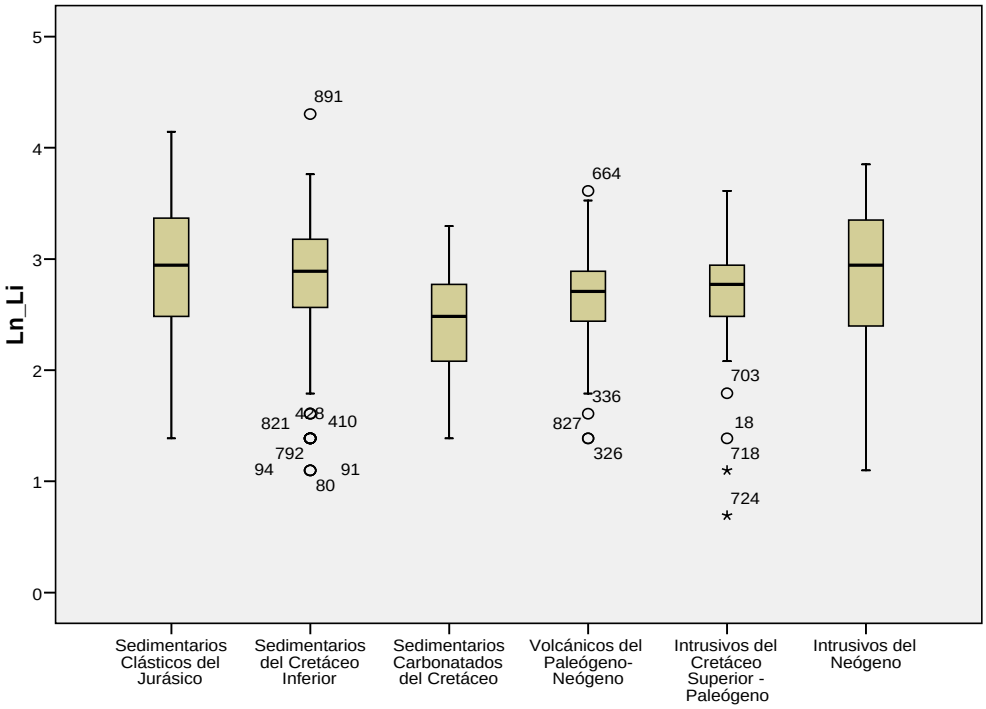


Figura 4.121: Gráfica de cajas y bigotes del litio

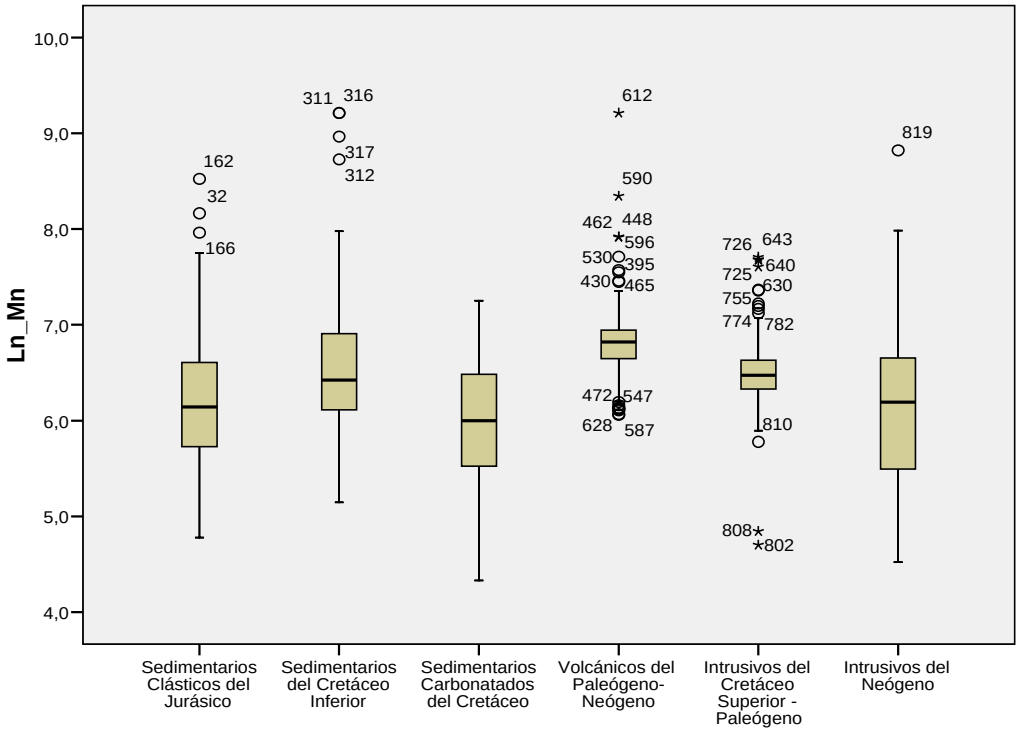


Figura 4.122: Gráfica de cajas y bigotes del manganeso.

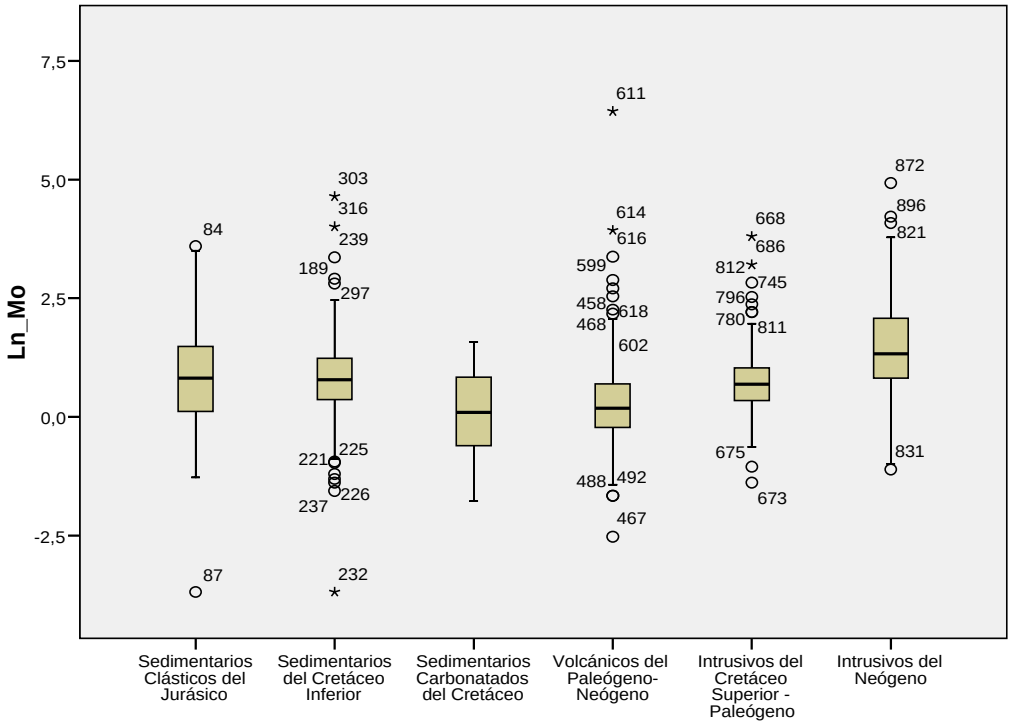


Figura 4.123 Gráfica de cajas y bigotes del molibdeno.

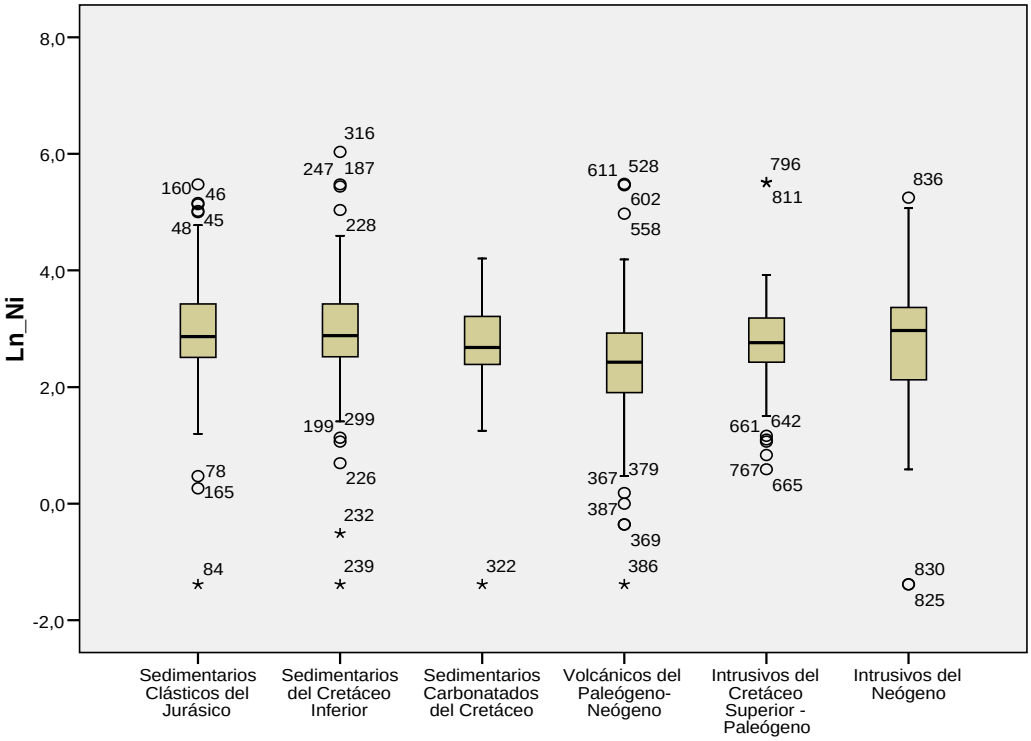


Figura 4.124 Gráfica de cajas y bigotes del níquel.

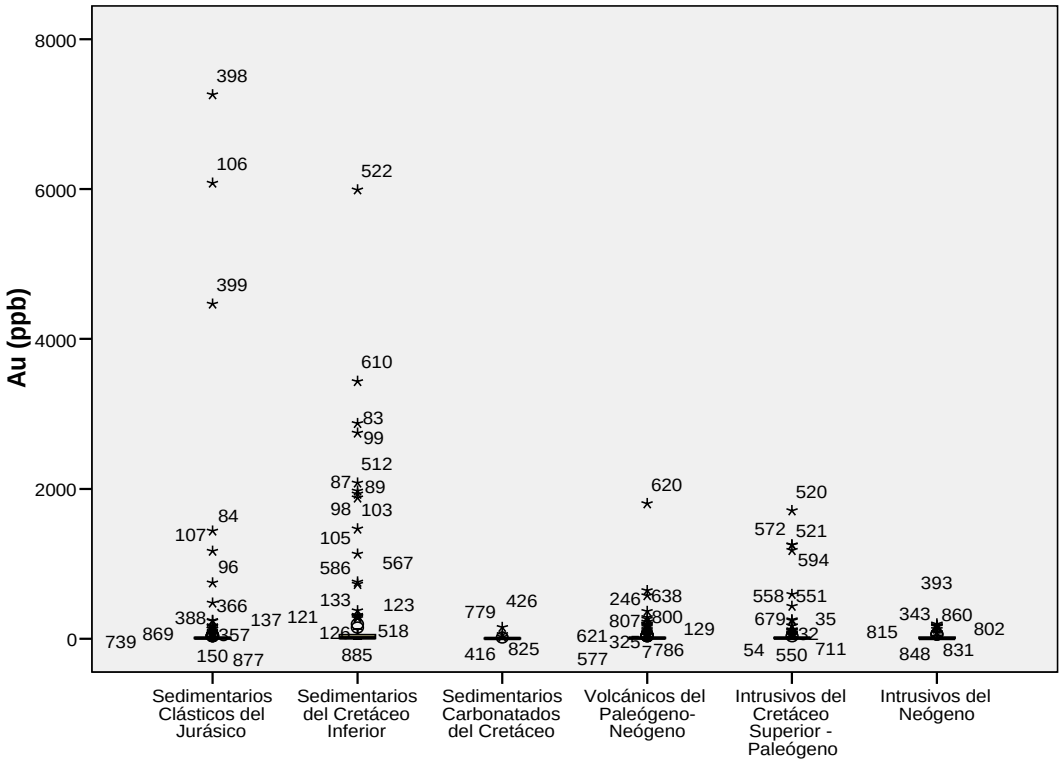


Figura 4.125 Gráfica de cajas y bigotes del oro.

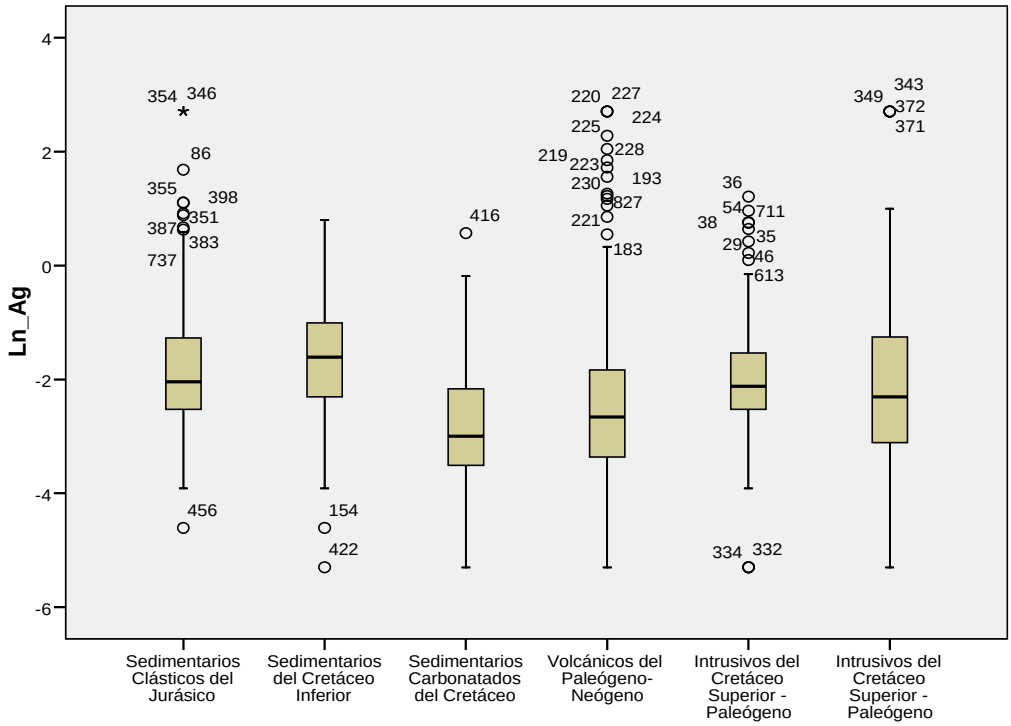


Figura 4.126 Gráfica de cajas y bigotes de plata.

Niveles de Plata

La tendencia de distribución es similar a la del cobre, con el nivel de fondo más bajo para los sedimentarios carbonatados y una considerable cantidad de altos erráticos en los volcánicos (sector Quiruvilca). En cuanto a los intrusivos, las anomalías de mayor contraste ocurren en los intrusivos neógenos por su nivel de fondo más bajo y valores erráticos más fuertes (Fig. 4.126), como en Pasto Bueno y Callulin. En el mapa isovalórico respectivo (Anexo Fig. F16), se observa asimismo el bajo nivel de fondo de los volcánicos.

Niveles de Plomo

La variablidad en los niveles de fondo no es notable en los seis ambientes considerados, resaltando los intrusivos neógenos por su rango intercuartílico más amplio. Destaca el gran número de altos erráticos en los volcánicos (p.ej. Quiruvilca). Por lo demás, este elemento no es útil para caracterizar unidades litológicas (Fig. 4.127), destacando otros altos erráticos como el de Pasto Bueno y el Tablachaca, aguas debajo de la confluencia con el río Cabana (Anexo Fig. F17).

Niveles de Teluro

Las distribuciones son erráticas, con los niveles de fondo más bajos en los sedimentarios carbonatados e intrusivos neógenos, mostrando estos últimos los mayores valores erráticos y, en consecuencia, las anomalías más contrastantes (caso de Pasto Bueno). En cuanto a los sedimentarios clásticos, los jurásicos tienen valores erráticos altos mientras que los Cretácicos no (Fig. 4.128). Destaca también el sector Quiruvilca y otros aislados de Tablachaca y al este de Corongo (Anexo Fig. F18).

Niveles de Wolframio

Las distribuciones son erráticas, con los niveles más bajos en el caso de los sedimentarios carbonatados y los más altos para los intrusivos, destacando de estos últimos los altos erráticos de los neógenos, los cuales constituyen importantes anomalías (Fig. 4.129), como Pasto Bueno, Callulin y Santa Rosa. En el mapa isovalórico respectivo (Anexo Fig. F19), se observa asimismo el relativo bajo nivel de fondo en los volcánicos, así como la fuerte dispersión de este elemento desde los sectores anómalos mencionados.

Niveles de Zinc

En cuanto a los sedimentarios, las abundancias relativas son similares. Los niveles de fondo para los intrusivos son similares, diferenciándose en la presencia de valores más erráticos en los intrusivos del Neógeno (caso de Pasto Bueno). En general, exceptuando a los sedimentarios carbonatados, este elemento mostrará una considerable cantidad de anomalías de intensidad por lo menos fuerte (Fig. 4.130), como es el caso de Pashpap, Quiruvilca y Callulin entre otros (Anexo Fig. F20).

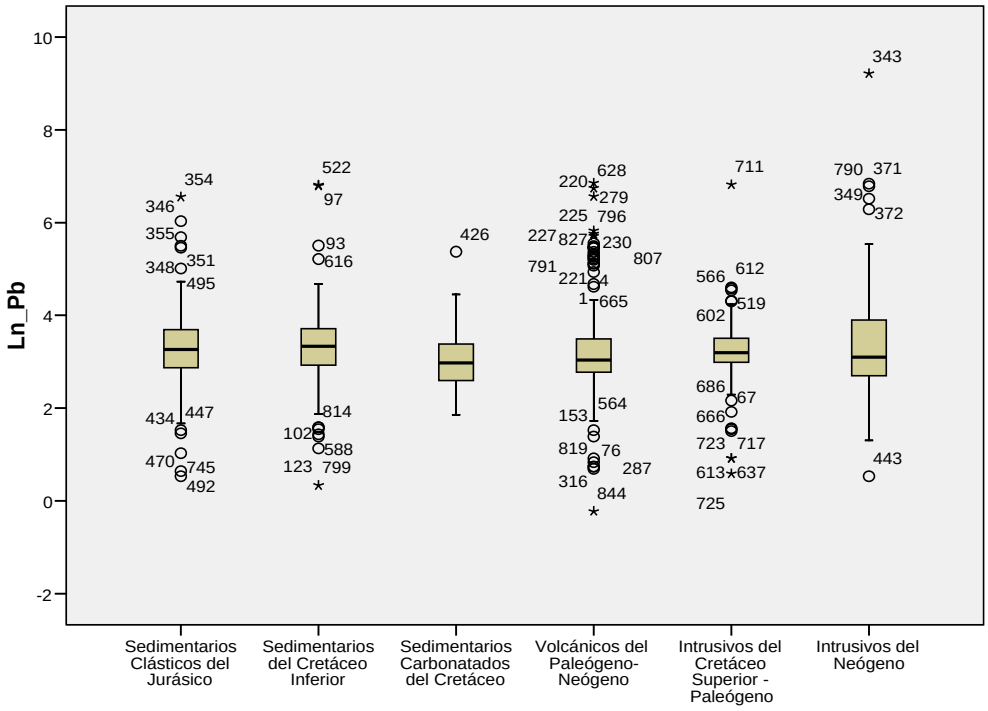


Figura 4.127 Gráfica de cajas y bigotes del plomo.

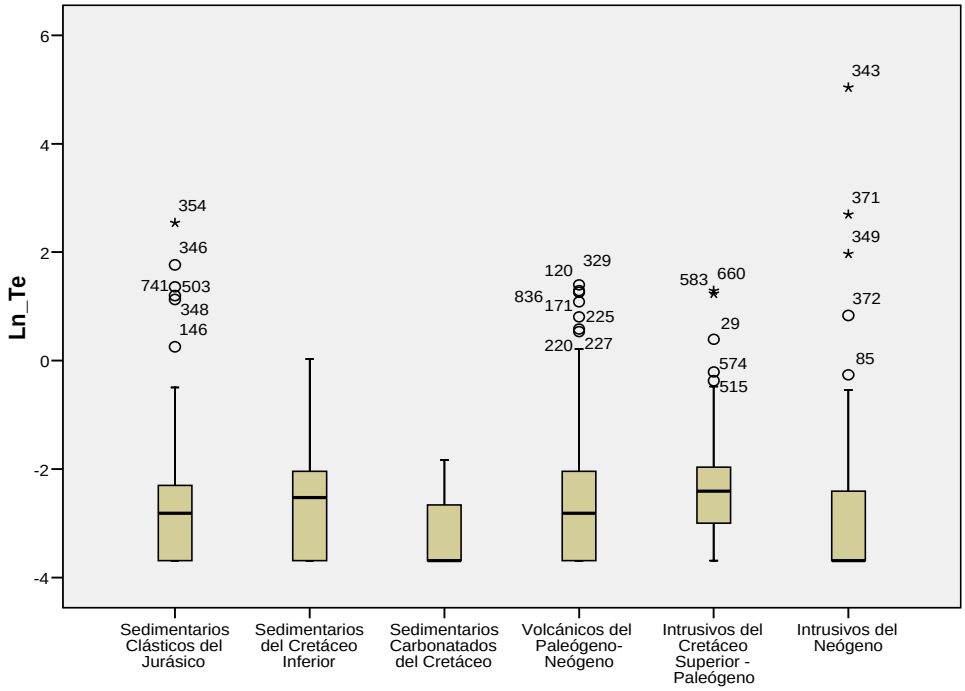


Figura 4.128 Gráfica de cajas y bigotes de telurio.

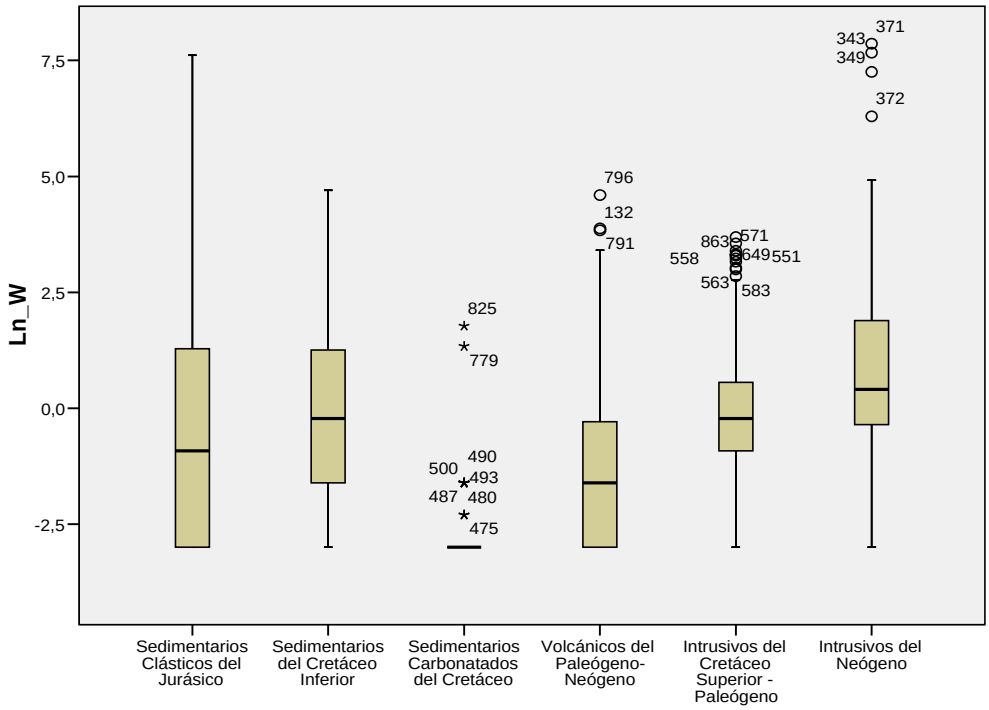


Figura 4.129 Gráfica de cajas y bigotes del wolframio.

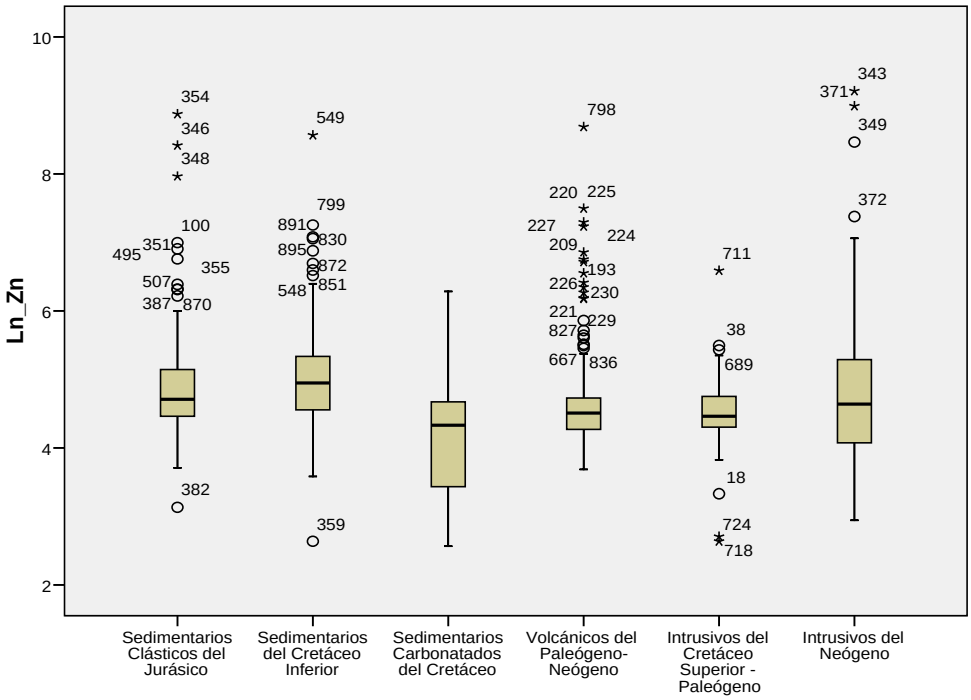


Figura 4.130 Gráfica de cajas y bigotes del zinc.

Anomalías Geoquímicas

Luego del procesamiento estadístico se documentaron 306 anomalías geoquímicas por los elementos previamente seleccionados. Ellas se clasificaron de acuerdo a su intensidad, teniendo como referencia el umbral geoquímico (calculado o estimado), según el tipo de distribución estadística, de manera que se tienen:

- Anomalías débiles 1 – 2 veces el umbral
- Anomalías moderadas 2 – 3 veces el umbral
- Anomalías fuertes 3 – 4 veces el umbral
- Anomalías muy fuertes más de 4 veces el umbral

En el Mapa 2 se presentan las principales anomalías (178) de acuerdo a las asociaciones identificadas, habiéndose delimitado el área de influencia de cada una de ellas. Las anomalías mostradas son aquellas caracterizadas como de intensidad al menos moderada, salvo el caso del oro, donde se muestran todas. Como era de esperarse, la mayor parte de las anomalías están relacionadas a ocurrencias mineras o pasivos ambientales conocidos, lo que sirve para caracterizarlas en cada ambiente geológico. En dicho mapa se observa la fuerte dispersión de oro y otros elementos asociados desde el río Angasmarca, siguiendo por el río Tablachaca hasta el río Santa, inclusive en la última estación de muestreo; es asimismo notable, la dispersión de metales base en el río Pampas, desde la mina Pasto Bueno hasta la confluencia con el río Angasmarca, a partir de donde predomina la dispersión de oro antes mencionada. Igualmente, se ubican anomalías de metales base en el sector que corresponde al Parque Nacional del Huascarán, donde se emplazan intrusivos neógenos. En lo que respecta a la mina Madrigal, los elementos anómalos en la quebrada del mismo nombre, unos 8 km aguas abajo, resultan ser plomo y plata. En Quiruvilca, hay fuerte dispersión de oro, cobre, plata, zinc y otros traza, la cual puede seguirse al menos unos 12 km aguas abajo. La presencia del pórfido Pashpap da lugar anomalías de cobre, molibdeno, plata, zinc y oro, confirmando la importancia minera de este proyecto. Asimismo, en dicho mapa se ha incluido la información relativa al catastro minero, con el fin de identificar las áreas anómalas libres de denuncios, las cuales pueden ser investigadas a una escala local.

En el Cuadro 4.3 se muestra la información relativa a cada anomalía, como la ubicación, unidad de aporte, unidades geológicas involucradas, entre otros. Se presentan asimismo los mapas de anomalías de cada población estadística (Mapas 3 al 11) tratada, mostrando la intensidad de cada elemento.

Anomalías en sedimentarios clásticos del Jurásico

En esta población se observan 36 anomalías (siendo 28 las principales) en las asociaciones siguientes:

- Zinc +/- cobre, plata, oro, wolframio, arsénico, plomo, antimonio, bismuto, cadmio, telurio, indio y oro, con 8 anomalías, las cuales llegan a tener intensidades muy fuertes, como en el caso de una de ellas donde el zinc supera los 7 000 ppm (17 veces el umbral). En esta asociación queda confirmado lo establecido en el análisis *cluster*, en el que se señala la fuerte ligazón zinc, cobre, plata.

- Oro +/- arsénico, wolframio, arsénico, antimonio, bismuto, de la cual se han reconocido 3 anomalías de contraste hasta muy fuerte en oro, superando una de ellas los 7 200 ppb (64 veces el umbral). El oro, al igual que en la anterior asociación, aparece ligado a esta, tal como se señala en el análisis *cluster*.
- Oro +/- plata, con 9 anomalías de contraste hasta muy fuerte en oro, superando una de ellas los 6 000 ppb.

Además se registraron anomalías de elementos individuales como cobre, bismuto, telurio, indio, zinc, entre otros.

Anomalías en sedimentarios clásticos del Cretácico inferior

Han resultado 56 anomalías —de las que destacan 36— según las siguientes asociaciones preferentemente:

- Oro +/- wolframio, plomo, arsénico, antimonio, cadmio, indio, bismuto y telurio. Asociación con 26 anomalías en las que el oro alcanza contrastes muy fuertes (hasta 5 990 ppb, 65 veces el umbral).
- Manganeso +/- zinc, molibdeno, arsénico, litio, cadmio, plata, con 4 anomalías, en las que el manganeso alcanza intensidades muy fuertes.
- Molibdeno +/- cobre, telurio, con 2 anomalías, una de ellas muy fuerte en molibdeno, con 104 ppm (9 veces el umbral).

La primera asociación está claramente definida en el primer grupo del análisis *cluster*, en tanto que las otras dos corresponden al segundo grupo. Se debe resaltar el caso del oro, el cual se halla en el primer grupo por tener una distribución errática.

Anomalías en sedimentarios carbonatados del Cretácico

En esta población se han obtenido 14 anomalías, destacando 5 en las asociaciones:

- Oro +/- manganeso, zinc, cobre, indio, con 3 anomalías con intensidades hasta muy fuertes, aunque el mayor valor es de 154 ppb sobre un umbral de 13 ppm.
- Plomo, plata +/- antimonio, oro, con 2 anomalías, una de las cuales tiene contraste fuerte en plomo (215 ppm).

Ambas asociaciones corresponden al primer grupo identificado en el análisis *cluster*, reproduciéndose las mismas tal como se les identificó.

Anomalías en volcánicos del Paleógeno-Neógeno

Se identificaron 88 anomalías —de las que destacan 52— dispuestas básicamente en tres asociaciones:

- Oro, cobre, plata, zinc +/- plomo, cadmio, arsénico, antimonio, indio, telurio, con 10 anomalías, en las que casi todos los elementos llegan a tener intensidades muy fuertes (más de 640 ppb de oro, casi 800 ppm de cobre y 1800 ppm de zinc).
- Cobre, plata, zinc +/- cadmio, plomo, arsénico, indio, con 2 anomalías que en los tres primeros elementos alcanzan contrastes hasta muy fuertes (7 780 ppm de cobre, 5 900 ppm de zinc y 4,75 ppm de plata).
- Molibdeno, plomo, wolframio, cadmio, niquel, indio +/- arsénico, con 2 anomalías en las que los cuatro primeros elementos tienen intensidades hasta muy fuertes, destacando el molibdeno con 626 ppm (78 veces el umbral).

En general, las asociaciones resultantes se condicen con lo obtenido con el análisis *cluster*, diferenciándose las dos primeras de la última, que muestra una agrupación diferenciada molibdeno, wolframio, níquel.

Anomalías en intrusivos del Cretácico superior-Paleógeno

Se han determinado 71 anomalías —destacando 35— con las siguientes asociaciones:

- Oro, plata, telurio +/- molibdeno, indio, manganeso, zinc, plomo, cobalto, cadmio, bismuto, con 6 anomalías en las que el oro y la plata alcanzan intensidades fuertes (173 ppb y 3,36 respectivamente).
- Oro +/- plata, molibdeno, arsénico, bismuto, con 17 anomalías, en las que el oro alcanza intensidades muy fuertes (1 710 ppb de oro).
- Zinc, cobre, plomo, arsénico, plata, oro, telurio, antimonio +/- molibdeno, cadmio, cobalto, bismuto, una anomalía en la que se observan intensidades muy fuertes en cobre, zinc, plomo y arsénico, y fuerte en plata (678 ppm de cobre, 915 ppm de plomo, 688 ppm de arsénico).

La tercera asociación refleja un grupo definido por el análisis *cluster* (cobre, zinc, plata, oro), en tanto que las otras asociaciones resultan del otro grupo definido.

Anomalías en intrusivos del Neógeno

Se han determinado 41 anomalías, las más importantes (22) están asociadas de la siguiente manera:

- Zinc, plata, cobre, antimonio, telurio, bismuto, plomo, indio, cadmio, arsénico +/- manganeso, con 2 anomalías, en las que los elementos —con excepción de arsénico y manganeso— presentan intensidades muy fuertes.
- Arsénico, cadmio, antimonio, telurio, bismuto, indio, plomo, zinc, plata, cobre, estaño, oro, manganeso, una anomalía con contaminación minera, con valores dentro del rango de muy fuertes, salvo el caso del oro y manganeso que tienen respuesta anómala fuerte.
- Oro +/- estaño, plata, zinc, bismuto, con 13 anomalías, en una de las cuales el oro alcanza intensidad muy fuerte, con 199 ppb.

Estas asociaciones anómalas corresponden a lo resuelto en el análsis multivarial.

PÁGINA EN BLANCO

Cuadro 4.3
Anomalías geoquímicas*

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
1	Tauca	17g-079	9060198	826156	14,15	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (12.19), Fm. Chicama (1.96)		In +/- Pb	0.36 +/- 45	1	17
2	Calagayta	17g-090	9059894	817198	12,63	Fm.Santa-Carhuaz (5.22), Fm. Chimú (4.64), Fm. Chicama (2.13), Q. Aluvial (0.64)		Te	1,29	1	17
3	Sachaycacha	17g-043	9081564	820541	17,61	Volc. Calipuy (10.14), Fm. Santa-Carhuaz (5.21), Fm. Chicama (1.99), Fm. Chimú (0.27)		Au +/- Ag	173 +/- 0.36	1	17
4	Tablachacal	17g-036	9083488	822161	14,8	Volc. Calipuy (11.51), Fm. Chimú (2.78), Fm. Chicama (0.51)		Au +/- Ag	1171 +/- 0.73	1	17
5	Ayaymucha	17g-010	9085456	825022	15,21	Fm. Chicama (8.83), Q. Aluvial (3.14), Volc. Calipuy (2.47), Fm. Chimú (0.76)		Au +/- Ag	1440 +/- 1.65	1	17
6	Chagurami	17g-033	9085892	828097	13,24	Fm. Chicama (12.40), Q. Aluvial (0.76), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (0.08)		Au +/- Ag	129 +/- 018	1	17
7	Tablachaca II	17g-023	9087306	826763	16,84	Fm. Chicama (9.82), Volc. Calipuy (5.18), Fm. Chimú (1.84)		Au +/- Ag	747 +/- 0.79	1	17
8	Tablachaca III	17g-035	9089850	829852	5,04	Fm. Chicama (3.40), Fm. Chimú (1.51), Q. Aluvial (0.11) Fm. Carhuaz (0.02)		Au +/- Ag	6080 +/- 1.80	1	17
9	Negra	17g-004	9099210	825410	7,39	Fm.Chimú (4.80), Fm. Chicama (2.59)	Santa Rosa(Au)	Au +/- Ag	135 +/- 0.50	1	17
10	Monteron	17g-028	9107510	828052	9,31	Q. Fluvioglaciar (5.65), Fm. Chimú (2.86), Fm. Inca-Chúlec (0.8)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In,	1093 +/- 544.4, 177,246, 2.5, 24, 37.1, 3.3, 0.42, 0.41, 0.025, 0.05	1	17
11	Compaccha	17g-012	9110496	829631	12,6	Fm. Chicama (9.23), Q. Morrénica (1.46), Q. Fluvioglaciar (1.3), Fm. Chimú (0.61)		Ag +/- Cu	5.38 +/- 282.1	1	17
12	Tres Quiebradas	17g-086	9067672	824612	9,84	Fm. Chicama (9.06), Fm. Chimú (0.78)		Te	0,51	1	17
13	Quisuar	17h-201	9078018	172022	3,03	Fm. Chicama (2.34), Q. Aluvial (0.69)		As +/- Zn, Pb	1930 +/- 997,150	1	18
14	Puca	17h-112	9079970	172714	6,83	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (4.90), Fm. Chicama (1.49), Q. Coluvial (0.44)		Au +/- As, W, Sb, Bi	237 +/- 665, 0.8, 4.3, 190	1	18
15	Ugabo	17h-053	9089550	171120	6,28	Fm. Chicama (3.80), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (1.54), Q.Coluvial (0.94)		Au +/- Ag	478 +/- 0,24	1	18
16	Tablachaca IV	17h-069	9090266	169625	4,56	Fm. Chicama (2.28), Q. Aluvial (1.24), Fm. Santa (0.64), Fm. Chimú (0.33), Fm Oyón (0.07)		Au +/- As, W, Sb, Bi	7260 +/- 271, 107, 31.7, 3.72	1	18
17	Sarin	17h-055	9091421	173925	16,67	Fm. Chicama (12.53), Fm. Chimú (1.62), Q. Aluvial (1.34), Fm. Oyón (0.66), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (0.52)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	556 +/- 297.9, 2.5, 9, 134.6, 464, 70.2, 61.8, 10.20, 1.64, 0.61, 0.11	1	18
18	Mollebamba	17h-048	9093610	176054	6,9	Fm. Chicama (3.32), Fm. Oyón (3.06), Fm.Chimú (0.52)		In +/- Pb	0.23 +/- 113.4	1	18
19	Pampas I	17h-010	9092860	177100	9,34	Fm.Chicama (9.34)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	2878 +/- 1121, 15, 1207, 470, 294.2, 53.5, 10.1, 3.32, 0.62	1	18
20	Pampas II	17h-008	9093960	178726	15,25	Fm. Chicama (14.68), Fm. Chimú (0.36), Fm. Santa-Carhuaz (0.21)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	4515 +/- 2143, 15,22, 1873, 725, 415, 380.3, 98.7, 15.9, 5.85, 1.01	1	18
21	Plata	17h-017	9098600	183045	15,15	Fm. Chicama (11.24), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (3.55), Fm. Chimú (0.36)	Pasto Bueno (Cu,W)	Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	7124 +/- 4835, 15, 14, 2017, 1480, 701.1, 1176, 194.8, 26.7, 12.7, 1.74	1	18
22	Reñida	17h-013	9104620	172710	14,29	Fm.Chicama (11.69), Fm. Chimú (1.94), Q. Aluvial (0.47), Fm. Santa-Carhuaz (0.19)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	861 +/- 184.2, 3.03, 176, 102.2, 692, 244.8, 25.9, 1.66, 10.1, 0.37, 0.07	1	18
23	San Francisco	17h-018	9103570	170750	4,25	Fm. Chicama (3.67), Q. Aluvial (0.58)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	594 +/- 178.8, 3.01, 156, 187.6, 698, 234.5, 27.7, 1.96, 5.82, 0.52, 0.1	1	18
24	Angasmarca	17h-070	9091190	171539	17,13	Fm. Chimú (9.58), Fm. Santa (1.86), Fm. Chicama (1.80), Fm. Oyón (1.39), Fm. Carhuaz (1.22), Q. Aluvial (0.76), Calipuy (0.52)	Santa Rosa(Au)	Au +/- As, W, Sb, Bi	4467 +/- 249, 12.9, 32.4, 3.12	1	18
25	Mollepata	17h-050	9091170	171650	9,64	Fm. Chicama (6.77), Q. Aluvial (1.47), Fm. Oyón (1.40)		Zn +/- Cu, Ag, Au, W, As, Pb, Sb, Bi, Cd, Te, In	404 +/- 196.1, 196, 26, 186.9, 139, 60.9, 34.6, 7.29, 1.35, 0.46, 0.11	1	18
26	Cortadera	17h-245	9111457	189485	3,37	Fm. Chicama (3.37)		Te	3,9	1	18

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
27	Llullayacu	18h-020	9048578	196095	8,56	Fm. Chicama (8.56)		Te	3,09	1	18
28	Manta	18h-062	9047979	183519	6,71	Batolito Costero Tiabaya tonalita-granodiorita (5.47), Q. Coluvial (1.16), Fm.Chicama (0.08)		Au +/- Ag	131 +/- 0.39	1	18
29	Ingacorral	17g-024	9110750	829350	17,38	Fm. Chimú (11.14), Q. Fluvioglaciar (2.21), Fm. Santa-Carhuaz (1.74), Fm. Farrat (1.17), Fm. Chicama (1.12)		Pb, As, Sb +/- W, Bi, Te, In	888, 678, 25.2 +/- 30.80, 3.47, 0.68, 0.21	2	17
30	Ucumal I	17g-020	9105040	829221	10,37	Fm. Chimú (6.72), Q. Fluvioglaciar (3.23), Q. Aluvial (0.21), Fm. Inca-Chúlec (0.21)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	374 +/- 0.4, 14.3, 9, 0.77, 1.17, 0.13, 0.03, 0.2, 0.06	2	17
31	Uculman	17g-026 17g-015	9103136 9103720	830577 830556	17,83	Fm. Chicama (8.92), Q. Aluvial (6.07), Q. Fluvioglaciar (1.51), Fm. Chimú (0.71), Q. Morrénica (0.62)	Callulin (Au)	Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	1932 +/- 3.3, 47.4, 77, 9.98, 1.52, 0.5, 0.06, 0.97, 0.06 1973 +/- 0.6, 38.8, 25, 3.06, 0.92, 0.29, 0.05, 0.39, 0.08	2	17
32	San Francisco	17g-013	9101070	830081	10,15	Fm. Chicama (4.56), Fm. Chimú (4.14), Q. Aluvial (0.98), Q. Coluvial (0.40), Q. Morrénica (0.07)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	1881 +/- 1.1, 25.6, 14, 1.65, 1.26, 1.29, 0.05, 0.43, 0.025	2	17
33	Piscochaca I	17g-009	9098762	828330	10,19	Fm. Chimú (7.36), Fm. Chicama (2.71), Gabro (0.12)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	2747 +/- 98.9, 68.9, 207, 28.7, 2.69, 1.07, 0.08, 3.9, 0.31	2	17
34	Piscochaca II	17g-027	9097216	827273	19,94	Fm. Chimú (13.34), Fm. Chicama (6.60)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	2873 +/- 109.8, 62.2, 136, 17.8, 16.6, 7.16, 0.13, 6.7, 0.2	2	17
35	Angasmarca	17g-032	9095894	827083	7,88	Fm. Chimú (4.35), Fm. Chicama (3.20), Volc. Calipuy (0.33)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	1466 +/- 1.2, 35.1, 420, 12.4, 5.78, 0.22, 0.05, 0.63, 0.07	2	17
36	Tablachaca I	17g-034	9080572	818516	15,57	Volc. Calipuy (15.57)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	1131 +/- 70.9, 107.6, 323, 40.2, 3.49, 0.96, 0.08, 3.32, 0.15	2	17
37	Tablachaca III	17g-060	9074530	816027	9,48	Volc. Calipuy (8.71), Fm. Santa-Carhuaz (0.41), Fm. Huaylas (0.36)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	196 +/- 3.9, 4, 8, 0.4, 2.46, 0.02, 0.01, 0.04, 0.025	2	17
38	Tablachaca V	17g-076	9064978	813904	9,77	Fm. Chimú (7.18), Fm. Santa-Carhuaz (2.59)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	100 +/- 0.2, 18.8, 17, 5.33, 1.46, 0.22, 0.03, 0.2, 0.025	2	17
39	Tablachaca VI	17g-073	9061106	812467	18,05	Fm Santa-Carhuaz (10.85), Fm. Chimú (5.60), Volc. Calipuy (1.12), Fm Huaylas (0.48)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	301 +/- 1.3, 35.3, 60, 17.1, 1.55, 0.82, 0.04, 0.32, 0.05	2	17
40	Tablachaca VII	18g-015	9055388	807395	14,75	Volc. Calipuy (14.75)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	5990 +/- 21, 909.8, 727, 16.2, 16.2, 8.93, 2.72, 0.23, 3.19, 1.03	2	17
41	Tablachaca VIII	18g-003 18g-009	9053162 9051588	806429 807816	13,51	Volc. Calipuy (10.41), Batolito de la Costa-granodiorita (3.10)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	2079 +/- 1.5, 25.9, 27, 1.48, 2.45, 0.32, 0.06, 0.23, 0.07 303 +/- 37.3, 82.1, 324, 13.1, 1.68, 0.57, 0.05, 2.11, 0.18	2	17
42	Santa II	18g-117	9040512	813463	16,48	Fm. Santa-Carhuaz (15.28), Q. Aluvial (0.91), Fm. Chimú (0.29)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	758 +/- 0.8, 29.5, 38, 3.83, 2.81, 0.38, 0.08, 1.19, 0.33	2	17
43	Santa IV	18g-170	9040816	793682	8,29	Batolito de la Costa-granodiorita (6.69), Q. Aluvial (1.60)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	3435 +/- 1, 21.6, 37, 2.42, 3.2, 0.31, 0.03, 0.58, 0.4	2	17
44	Namap	18g-177	9028900	820545	7,63	Fm-Santa-Carhuaz (7.62)		Pb	245,7	2	17
45	Lauri	18g-094	9025626	822598	7,45	Fm-Santa-Carhuaz (7.45)		Zn, Mn	5240, 1937	2	17
46	Capado	18g-220	9018334	827590	12,24	Fm. Santa-Carhuaz (6.56), Fm. Huaylas (3.89), Batolito de la Costa-granodiorita (1.35), Volc. Calipuy (0.39), Tiabaya tonalita-granodiorita (0.05)		Bi	5,95	2	17
47	Chacan	18g-204	9009214	814759	13,73	Batolito de la Costa-granodiorita (9.48), Fm. Santa-Carhuaz (4.25)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	127 +/- 1.5, 50.3, 42, 2.66, 1.88, 0.85, 0.04, 0.85, 0.12	2	17
48	Santa V	18g-097	9032902	778895	9,62	Batolito de la Costa-granodiorita (6.46), Q. Aluvial (1.96), Casma (1.20)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	315 +/- 3.8, 38.6, 104, 3.81, 2.94, 2.51, 0.05, 0.57, 0.12	2	17
49	Tablachaca II	17g-039	9078060	817902	30,92	Volc. Calipuy (30.92)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	123 +/- 12.9, 28.8, 114, 10.3, 3.88, 0.68, 0.04, 0.87, 0.08	2	17

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de Muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
50	Tablachaca IV	17g-065 17g-058	9071762 9071108	815073 815539	18,32	Volc. Calipuy (13.50), Fm. Chimú (1.86), Fm. Santa-Carhuaz (1.81), Fm. Huaylas (1.16)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	273 +/- 0.3, 18.9, 8, 0.69, 1.68, 0.19, 0.03, 0.15, 0.025 289 +/- 0.4, 35.5, 30, 5.14, 4.37, 0.53, 0.03, 0.42, 0.39	2	17
51	Santa I	18g-093	9041282	819825	15,79	Fm. Santa-Carhuaz (7.28), Fm. Chimú (5.98), Batolito de la Costa-granodiorita (2.27), Volc. Calipuy(0.16), Q. Aluvial (0.10)		Cd +/- Zn, Cu	57.1 +/- 676, 276.7	2	17
52	Santa III	18g-141	9041320	798500	8,50	Fm. Santa-Carhuaz (5.37), Batolito de la Costa-granodiorita (1.38), Volc. Calipuy (1.02), Q. Aluvial (0.73)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	729 +/- 1.1, 30.8, 95, 4.79, 2.58, 0.9, 0.05, 0.44, 0.12	2	17
53	Tinco	17h-151	9064422	200284	13,08	Fm Santa-Carhuaz (8.39), Fm. Chimú (2.55), Fm. Chicama (2.14)		Mo +/- Cu, Te	28.8 +/- 16, 0.025	2	18
54	Pachachaca	18h-087	9056734	174697	9,57	Batolito de la Costa-granodiorita/tonalita (7.67), Q. Fluvioglaciar (1.80), Q. Morrénica (0.10)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	105 +/- 3.6, 51.6, 96, 3.01, 3.4, 3.42, 0.07, 0.73, 0.07	2	18
55	Molinete I	18h-118	9031538	173524	4,90	Fm. Santa (1.57), Fm. Huaylas (1.56), Fm. Chimú (1.05), Fm. Carhuaz (0.72)		Mo +/- Cu, Te	104 +/- 328.7, 0.45	2	18
56	Molinete II	18h-171	9033332	176973	12,60	Fm. Chimú (6.86), Q. Coluvial (1.63), Q. Aluvial (1.53), Fm. Santa (1.44), Tiabaya tonalita-granodiorita (0.76), Fm. Carhuaz (0.34), Fm. Oyón (0.04)		Cu, Zn	453.6, 734	2	18
57	Santa	18h-100	9028420	181929	11,08	Q. Coluvial (5.44), Tiabaya tonalita-granodiorita (3.59), Fm. Chimú (0.66), Fm. Chicama (0.62), Q. Aluvial (0.60), Fm. Oyón (0.17)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	112 +/- 1.6, 43.3, 122, 2.9, 3.46, 2.37, 0.05, 0.41, 0.07	2	18
58	Tambo	18h-146	9028972	181563	19,51	Fm. Chimú (9.83), Fm. Santa (3.84), Fm. Carhuaz (3.16), Fm. Oyón (2.37), Tiabaya tonalita-granodiorita (0.31)		Mn +/- Zn, Mo, As, Li, Cd, Ag	2912 +/- 1414, 2.45, 27, 23, 0.37, 1.23	2	18
59	Pilanco	18h-228	9027130	208820	13,08	Fm. Chicama (10.41), Tiabaya tonalita-granodiorita (2.18), Fm. Chimú (0.29), Q. Coluvial (0.20)		Mn, Mo +/- Zn, As, Li, Cd	10000, 55 +/- 1158, 552, 74, 9.17	2	18
60	Mayobamba	18h-215	9027284	209464	10,75	Q. Glaciar (2.69), Tiabaya tonalita-granodiorita (2.49), Q. Fluvioglaciar (2.34), Fm. Chimú (1.66), Fm. Santa-Carhuaz (1.24), Fm. Chicama (0.33)		Mn	6162	2	18
61	Yantaque±a	18h-207	9025614	213284	6,09	Fm. Santa-Carhuaz (2.30), Fm. Chicama (2.28), Fm. Chimú (0.85), Q. Glaciar (0.39), Q. Fluvioglaciar (0.27)		Mn +/- Zn, Mo, As, Li, Cd, Ag	10000 +/- 970, 5.54, 192, 40, 8.01, 0.35	2	18
62	Huillca	18h-221	9025750	213016	6,27	Q. Glaciar (3.97), Fm. Santa-Carhuaz (2.30)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	150 +/- 1.6, 49.1, 184, 0.8, 2.92, 1.27, 0.07, 0.62, 0.07	2	18
63	Tinyacocha	18h-233	9028754	211667	15,57	Fm. Chicama (7.30), Fm. Chimú (4.26), Fm. Santa-Carhuaz (3.94), Q. Fluvioglaciar (0.07)		Mn +/- Zn, Mo, As, Li, Cd, Ag	7827 +/- 807, 2.35, 59, 31, 1.91, 2.22	2	18
64	Ruricalhuash	18h-144	9038284	172880	24,66	Fm. Oyón (7.95), Fm. Chimú (6.30), Fm. Santa (3.42), Fm. Chicama (2.97), Q. Coluvial (2.55), Q.Aluvial (0.72), Tiabaya tonalita-granodiorita (0.39), Fm. Carhuaz (0.36)		Au +/- W, Pb, As, Sb, Mo, Cd, In, Bi, Te	308 +/- 2.2, 57.2, 90, 1.49, 3.08, 2.53, 0.13, 1.79, 0.15	2	18
65	Quisuar	18h-140	9021550	174500	6,72	Calipuy (3.97), Fm. Huaylas (2.45), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (0.30)		Au +/- Mn, Zn, Cu, In	58 +/- 1411, 391, 70.8, 0.07	3	18
66	Huiscor	18h-081	9021442	174688	10,06	Calipuy (7.03), Fm. Huaylas (2.27), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (0.71), Q. Coluvial (0.05)		Au +/- Mn, Zn, Cu, In	154 +/- 704, 144, 53.7, 0.05	3	18
67	Challhuacocha	17h-106	9086152	189405	11,93	Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (6.70), Fm. Jumasha-Celendín (3.16), Fm. Farrat (1.38), Fm Chimú (0.32), Andesita (0.24), Fm Santa-Carhuaz (0.13)		Pb, Ag +/- Sb, Au	215.2, 0.83 +/- 3.5, 25	3	18
68	Pijoba	17h-239	9114126	195010	3,93	Fm. Chicama (1.83), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (1.07), Fm. Chimú (1.03)		Au +/- Mn, Zn, Cu, In	14 +/- 661, 536, 24.4, 0.05	3	18
69	Conchucos	17h-094	9085626	183318	13,89	Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (4.52), Fm Santa-Carhuaz (3.30), Fm. Chicama (2.13), Fm. Chimú (1.81), Fm. Goyllarisquizga (1.18), Andesita (0.79),		Pb, Ag +/- Sb, Au	85.50, 1.77 +/- 22.5, 17	3	18
70	Huancanhuasi	18h-165	9010658	184961	8,21	Calipuy (6.90), Q. Aluvial (1.31)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	203.6 +/- 77, 1.32, 4.14, 183, 35.9, 2.1, 6.98	4	18
71	San Diego	18h-153	9010350	187775	6,25	Q. Aluvial (3.09), Calipuy (3.04), Q. Coluvial (0.12)		Te +/- Zn, W	2.96 +/- 234, 16.3	4	18
72	Vela Paccha	18h-132	9014138	185529	9,65	Calipuy (9.44), Tonalita Tiabaya (0.13), Q. Aluvial (0.08)		Pb, Mo +/- In, As, W, Te	196.4, 29.2 +/- 0.99, 267, 18, 0.74	4	18
73	Molinopapampa	18h-115	9014500	186500	5,05	Calipuy (4.47), Q. Aluvial (0.58)		Pb, Mo +/- In, As, W, Te	214.4, 51 +/ - 0.59, 247, 10.2, 0.47	4	18
74	Rumi Cruz	18h-097	9016748	180719	14,85	Calipuy (13.12), Q. Aluvial (1.41), Fm. Carhuaz (0.32)		W +/- As, Pb, Sb, Te	48.2 +/- 489, 138.8, 8.83, 0.75	4	18
75	Huinco	18h-091	9017470	177353	7,44	Calipuy (6.06), Fm. Huaylas (1.19), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (0.19)		Ag, Zn +/- Au	1.18, 351 +/- 55	4	18

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
76	Huayran I	18h-148	9019208	178189	6,28	Fm. Carhuaz (1.56), Calipuy (1.40), Fm. Huaylas (1.18), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (1.16), Q. Aluvial (0.98)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	84 +/- 47.5, 101, 1.22, 0.15	4	18
77	Huayran II	18h-164	9019002	181339	3,88	Q. Aluvial (3.16), Fm. Carhuaz (0.49), Fm. Chimú (0.12), Fm. Santa (0.11)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	174 +/- 32.7, 105, 0.11, 015	4	18
78	Huaylas I	18h-116	9020324	184177	13,56	Fm. Chimú (1.05), Q. Aluvial (4.01), Fm. Carhuaz (3.65), Calipuy (3.43), Fm. Santa (1.08), Fm. Huaylas (0.30), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (0.04)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	185.4 +/- 182, 4.72, 1.44, 114, 22.1, 1.9, 2.62	4	18
79	Huaylas II	18h-105	9018724	181854	3,75	Q. Aluvial (1.74), Calipuy (1.52), Fm. Carhuaz (0.49)		Ni	66	4	18
80	Cachap	18h-101	9024217	176493	7,87	Fm. Santa (2.42), Fm. Chimú (1.96), Fm. Huaylas (1.31), Fm. Santa-Carhuaz (0.84), Q-Coluvial (0.60), Fm. Carhuaz (0.35), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (0.32), Tonalita Tiabaya (0.07)		Mo, Pb, W, Cd, Ni, In +/- As	625.9, 316.8, 99.3, 41.2, 236.1, 1.19 +/- 326	4	18
81	Bronce-Molinete	18h-103 18h-143	9027120 9031512	170586 172818	19,86	Fm. Huaylas (8.02), Fm. Carhuaz (6.19), Calipuy (2.88), Fm. Santa-Carhuaz (1.51), Fm. Santa (1.07), Fm. Chimú (0.19)	Pashpap (Cu, Mo)	Cu, Ag, Zn +/- Cd, Pb, As, In	7786, 4.75, 5912 +/- 0.56, 47.2, 20, 0.01 414.4, 2.35, 248 +/- 7.64, 166.5, 457, 0.39	4	18
82	Tinco	18g-203	9012424	820978	1,54	Batolito de la Costa-granodiorita (1.54)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	57 +/- 39, 216, 0.16, 0.37	4	17
83	Tingo	18g-191	9029574	819115	9,87	Calipuy (8.98), Fm. Santa-Carhuaz (0.88)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	844.9 +/- 725, 22.1, 2.27, 107, 241.4, 26.3, 8.78	4	17
84	Santa I	18g-153	9040708	808398	18,53	Calipuy (13.83), Fm. Santa-Carhuaz (4.70)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	181 +/- 54.6, 203, 3.64, 0.49	4	17
85	Aguas Nuevas	18g-175	9029448	795964	9,54	Calipuy (7.12), Fm. Chimú (1.88), Batolito de la Costa granodiorita (0.54)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	80 +/- 141.3, 66, 0.28, 0.13	4	17
86	Soledad	18g-183	9032264	796628	14,26	Calipuy (14.26)		Mo +/- As, Sb	17.9 +/- 209, 20.9	4	17
87	Cayhuamarca	18g-181	9032240	792447	4,41	Calipuy (4.22), Batolito de la Costa granodiorita (0.19)		W +/- As, Pb, Sb, Te	30.3 +/- 292, 53.2, 14.7, 0.18	4	17
88	Santa II	18g-182	9037146	787369	9,64	Batolito de la Costa gabro (4.67), Batolito de la Costa granodiorita (3.40), Q. Aluvial (1.16), Casma (0.41)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	1805 +/- 54.5, 158, 0.23, 1.39	4	17
89	Santa III	18g-113	9035754	784507	9,45	Batolito de la Costa-gabro (3.77), Q. Aluvial (3.31), Batolito de la Costa granodiorita (2.37),		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	367 +/- 57.6, 137, 0.005, 0.64	4	17
90	Santa IV	18g-130	9033808	782401	8,79	Batolito de la Costa-granodiorita (8.53), Q. Aluvial (0.26)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	55 +/- 42.4, 109, 0.28, 0.24	4	17
91	Huayllupu I	17g-081	9060443	807567	27,18	Calipuy (27.18)		Cu +/- Au, Ag	217.4 +/- 22, 0.07	4	17
92	Huayllupu II	18g-199	9058284	809025	3,76	Calipuy (3.76)		Cu +/- Au, Ag	171.7 +/- 16, 0.18	4	17
93	Morin	17g-072	9064860	811217	13,20	Calipuy (10.30), Fm Santa-Carhuaz (2.23), Batolito de la Costa gabro (0.67)		W +/- As, Pb, Sb, Te	46.2 +/- 274, 74.5, 25.6, 0.13	4	17
94	Tablachaca I	17g-069	9068502	814960	13,16	Fm Chimú (8.47), Fm. Santa-Carhuaz (2.29), Calipuy (2.04), Fm. Huaylas (0.36)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	52 +/- 40.3, 199, 0.27, 0.29	4	17
95	Ishcap	17g-055	9074162	808006	12,78	Calipuy (12.78)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	81 +/- 152.3, 134, 0.21, 0.29	4	17
96	Pacchabamba	17g-056	9076586	809590	3,27	Calipuy (3.27)		Te +/- Zn, W	4.05 +/- 89, 16.6	4	17
97	Coptos	17g-167	9084052	817347	10,08	Calipuy (9.50), Batolito de la Costa gabro (0.58)		Zn, Cd +/- Cu	857, 12.2 +/- 80.4	4	17
98	Suyarida	17g-146	9087296	805433	14,00	Calipuy (14.00)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	233.9 +/- 92, 30.4, 4.33, 96, 16, 0.3, 1.18	4	17
99	Huacamarcanga I	17g-148	9103458	799729	11,33	Calipuy (11.32)		Ag, Zn +/- Au	3.39, 570 +/- 24	4	17
100	Huacamarcanga II	17g-136	9104102	804024	16,03	Calipuy (16.03)	Huacamarcanga (Au)	Ag, Zn +/- Au	1.73, 283 +/- 29	4	17
101	Huacamarcanga III	17g-154	9104704	805514	3,08	Calipuy (3.08)		Ag, Zn +/- Au	1.04, 304 +/- 21	4	17
102	Chacomas	17g-121	9105350	805827	6,19	Calipuy (6.19)		Te +/- Zn, W	3.63 +/- 82, 15.9	4	17
103	Pan de azúcar	17g-195	9112580	794054	13,21	Calipuy (13.21)		Cu +/- Au, Ag	144.1 +/- 17, 0.22	4	17
104	Quiruvilca	17g-182	9113568	794182	5,40	Calipuy (5.40)	Quiruvilca (Ag, Cu, Pb)	Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	225, 664.7, 15, 1471 +/- 709.9, 11.9, 863, 77.9, 1.65, 1.71	4	17
105	Moche I	17g-185	9113678	787471	9,10	Calipuy (8.66)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	198, 331.9, 5.59, 701 +/- 233.6, 6.03, 467, 23.1, 1.04, 0.87	4	17
106	Moche II	17g-189	9113824	787080	11,96	Calipuy (11.96)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	155, 336.8, 3.54, 487 +/- 191.6, 3.45, 402, 21.1, 0.79, 0.71	4	17

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
107	Moche III	17g-181	9112644	785384	5,48	Calipuy (5.48)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	265, 361.7, 6.36, 610 +/- 238.2, 4.63, 475, 26.4, 1.03, 0.94	4	17
108	Moche IV	17g-187	9113150	784226	8,68	Calipuy (8.68)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	575, 799.5, 15, 1798 +/- 339.6, 15.2, 825, 66.4, 1.62, 2.24	4	17
109	Moche V	17g-190	9112860	783208	4,37	Calipuy (4.37)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	644, 644.8, 15, 1382 +/- 302.1, 11.1, 691, 49.8, 1.31, 1.79	4	17
110	Moche VI	17g-186	9112850	780970	12,68	Calipuy (12.68)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	195, 422.2, 9.78, 950 +/- 257.9, 7.36, 442, 36.1, 1.01, 1.08	4	17
111	Moche VII	17g-191	9112750	779320	7,72	Calipuy (7.72)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	287, 338.2, 7.73, 825 +/- 243.8, 6.33, 489, 28, 1.13, 1.24	4	17
112	Moche VIII	17g-183	9113114	776645	6,61	Calipuy (6.61)	Urumalqui (Au)	Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	126, 351.7, 2.87, 481 +/- 168.1, 3.23, 325, 18.1, 0.69, 0.62	4	17
113	Moche IX	17g-194	9113990	775920	9,21	Calipuy (9.21)		Au, Cu, Ag, Zn +/- Pb, Cd, As, Sb, In, Te	77, 397.3, 3.23, 526 +/- 180.1, 3.6, 373, 18.9, 0.76, 0.7	4	17
114	Pachachaca I	17g-249	9106080	792350	5,74	Calipuy (5.74)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	948.8 +/- 709, 15.8, 2.67, 151, 238.7, 28.5, 7.89	4	17
115	Pachachaca II	17g-256	9106666	790268	10,25	Calipuy (10.25)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	110 +/- 50.4, 128, 0.16, 0.33	4	17
116	Quindambo	17g-213	9107121	789550	7,11	Calipuy (7.11)		Cu +/- Au, Ag	175.9 +/- 56, 0.78	4	17
117	San Antonio I	17f-040	9099120	773053	10,51	Calipuy (10.51)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	62 +/- 16.2, 55, 0.15, 0.43	4	17
118	Pillimajada	17f-039	9096570	773644	12,84	Calipuy (12.84)		Pb +/- As, Sb, Cd, Zn, Ni, W, Mo	159.3 +/- 43, 2.37, 0.01, 88, 8.4, 0.5, 1.44	4	17
119	Huacapongo	17f-044	9086268	768084	11,12	Calipuy (11.12)		Au +/- Cu, Zn, Cd, Ag	52 +/- 26.8, 123, 0.24, 0.06	4	17
120	Oyón	17g-298	9073264	785935	14,50	Calipuy (9.22), Batolito de la Costa gabro (5.28)		Ni	144,60	4	17
121	San Antonio II	17g-320	9105982	813322	8,40	Calipuy (8.40)		Te +/- Zn, W	3.53 +/- 52, 16.2	4	17
122	Huiri	18g-226	9008078	825028	7,68	Fm. Santa-Carhuaz (4.21), Batolito de la costa granodiorita (3.47)		Te +/- In, Co	3.630 +/- 0.03, 36.5	5	17
123	Matar	18g-222	9006194	824146	6,80	Batolito de la costa Granodiorita (5.70), Fm. Santa-Carhuaz (1.10)		Bi +/- Cd	7 +/- 2.59	5	17
124	Naranjo	18g-243	9020890	805608	8,31	Batolito de la costa granodiorita (8.08), Fm. Chimú (0.12), Fm. Santa-Carhuaz (0.11)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	242.0 +/- 0.06, 0.06, 3.5, 15.0, 0.850	5	17
125	Colca Grande	18g-289	9015984	795296	3,66	Batolito de la costa granodiorita (3.09), Q. Aluvial (0.57)		Zn, Cu, Pb, As, Ag, Au, Te, Sb, In +/- Mo, Cd, Co, Bi	728, 677.5, 915, 688, 2.62, 68, 0.61, 22.4, 0.18 +/- 9.09, 2.32, 46.4, 3.61	5	17
126	Tablachaca I	18g-010	9053614	806495	11,36	Volc. Calipuy (11.29), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita (0.07)		As +/- Sb, Bi, Pb, Te, In	416 +/- 14.7, 3, 97.2, 0.28, 0.06	5	17
127	Los Callejones	18g-012	9048180	809001	5,95	Volc. Calipuy (3.84), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita (1.49), Fm. Santa-Carhuaz (0.62)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	1710 +/- 0.27, 0.49, 0.68, 9, 0.54	5	17
128	Tablachaca II	18g-005	9046912	808149	15,90	Volc. Calipuy (12.04), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita (3.86)		Au +/- Te, Ag, As, Sb	435 +/- 0.16, 0.34, 277, 11.7	5	17
129	Tablachaca III	18g-014	9044486	807114	14,94	Volc. Calipuy (10.62), Batolito de la costa granodiorita (3.09), Fm. Santa-Carhuaz (1.23)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	1180 +/- 0.23, 0.58, 1.99, 12, 0.4	5	17
130	Santa I	18g-116	9041328	797591	9,95	Batolito de la costa Granodiorita (5.90), Volc. Calipuy (4.05)		As +/- Sb, Bi, Pb, Te, In	376 +/- 6.92, 0.9, 93.4, 0.24, 0.07	5	17
131	Santa II	18g-150	9041086	796683	5,45	Batolito de la costa Granodiorita (1.79), Santa-Carhuaz (1.61), Batolito de la costa gabro (0.89), Q. Aluvial (0.85), Volc. Calipuy (0.30)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	1255 +/- 0.11, 0.53, 4.05, 109, 6.43	5	17
132	Del Silencio	18g-198	9040190	791653	6,06	Batolito de la costa granodiorita (2.50), Q. Aluvial (1.85), Batolito de la costa gabro (1.71)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	594 +/- 0.31, 0.44, 3.63, 28, 2.09	5	17
133	Del Silencio I	18g-172	9039578	790134	9,15	Batolito de la costa gabro (8.56), Q. Aluvial (0.56), Batolito de la costa Granodiorita (0.03)		Sb +/- As, Pb, Bi	20.3 +/- 327, 73.9, 2.53	5	17
134	Del Silencio II	18g-123	9039470	790294	6,93	Batolito de la costa gabro (3.62), Batolito de la costa granodiorita (1.81), Q. Aluvial (1.50)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	1251 +/- 0.11, 0.48, 1.58, 11, 0.68	5	17
135	Quebrada Seca	18g-140	9031018	777207	7,79	Batolito de la costa granodiorita (7.78), Casma (0.01)		As +/- Sb, Bi, Pb, Te, In	348 +/- 18.9, 1.63, 99.9, 0.19, 0.09	5	17

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
136	Cabracay	17f-086	9099686	752437	11,94	Casma (6.55), Volc. Calipuy (1.93), Batolito de la costa Ganodiorita (3.46)		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	112, 2.12, 0.620 +/- 4.75, 0.15, 2009, 244, 51.3, 27.5, 3.28, 0.51	5	17
137	Cabracay I	17f-100	9099016	748932	7,78	Batolito de la costa Ganodiorita (7.51) Casma (0.27).		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	114, 1.53, 0.47 +/- 6.16, 0.12, 735, 109, 56.8, 16.2, 0.68, 0.67	5	17
138	Guerrilla	17f-076	9095710	745570	14,12	Batolito de la costa Ganodiorita (13.38), Casma (0.44), Q. Aluvial (0.30).		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	124, 1.9, 1.48 +/- 5.62, 0.17, 963, 144, 69.1, 16.7, 1.63, 3.19	5	17
139	El Peñon	17f-077	9096720	740675	19,23	Casma (10.37), Batolito de la costa granodiorita (8.25), Q. Aluvial (0.61)		Cd	4,13	5	17
140	Pingullo	17f-111	9093018	744499	6,91	Casma (4.76), Batolito de la costa granodiorita (2.11), Q. Aluvial (0.04)		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	48, 2.14, 0.48 +/- 4.11, 0.15, 1581, 201, 68.2, 22.9, 2.52, 0.62	5	17
141	Zangal	17f-084	9090300	744882	15,22	Casma (9.03), Batolito de la costa granito (4.50), Q. Aluvial (1.00), Batolito de la costa granodiorita (0.69)		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	173, 3.63, 0.54 +/- 4.14, 0.13, 632, 110, 51.4, 12.2, 1.46, 0.58	5	17
142	Santa III	18g-173	9034258	782768	7,09	Batolito de la costa granodiorita (3.33), Q. Aluvial (2.54). Batolito de la costa Gabro (1.03), Casma (0.19)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	257.+/- 0.025, 1.1, 5.11, 8, 0.45	5	17
143	Seca I	18g-137	9047278	792844	13,31	Batolito de la costa Gabro (13.31)		Te +/- In, Co	3.440 +/- 0.03, 36.6	5	17
144	Huampucayan	18h-191	9009800	170299	5,79	Fm. Santa-Carhuaz (2.34), Volc. Calipuy (2.23), Batolito de la costa Granodiorita (1.22)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	100 +/- 0.07, 0.14, 2.15, 83, 0.78	5	18
145	La Huaca	17f-080	9082653	744750	7,33	Casma (4.73), Q. Aluvial (2.30), Batolito de la Costa granodiorita (0.30)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	55 +/- 0.13, 0.15, 2.93, 20, 1.13	5	17
146	EL Sauce	17f-083	9098314	747813	6,00	Batolito de la Costa granodiorita (6.00)		Au, Ag, Te +/- Mo, In, Mn, Zn, Pb, Co, Cd, Bi	55 1.25, 0.44, +/- 3.56, 0.12, 1172, 126, 47.3, 20, 1.21, 0.75	5	17
147	Salinas	17f-117	9087185	746040	13,08	Casma (10.06), Q. Aluvial (2.15), Batolito de la Costa granodiorita (0.87)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	173 +/- 0.22, 0.84, 3.67, 18, 4.25	5	17
148	Tablachaca (Km15)	18g-006	9052514	806463	7,44	Volc. Calipuy (6.42), Batolito de la Costa granodiorita (1.02)		Te +/ - In, Co	0.81 +/- 0.14, 9.9	5	17
149	Suchimancillo	18g-095	9037916	788849	8,09	Batolito de la Costa granodiorita (5.80), Batolito de la Costa gabro (1.58), Q. Aluvial (0.71)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	34 +/- 0.25, 0.22, 1.63, 20, 1.3	5	17
150	Ddel Silencio	18g-096	9047288	795070	10,49	Volc. Calipuy (8.89), Batolito de la Costa gabro (1.60)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	52 +/- 0.16, 0.08, 1.9, 275, 14.1	5	17
151	Santa	18g-104	9031660	775098	8,51	Casma (4.22), Batolito de la Costa granodiorita (1.19), Q. Aluvial (3.1)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	60 +/- 0.14, 0.26, 2.56, 302, 12.5	5	17
152	Condorcerro	18g-126	9041966	801437	10,76	Volc. Calipuy (10.13), Batolito de la Costa granodiorita (0.63)		Te +/- In, Co	0.69 +/- 0.01, 14.3	5	17
153	Colcap	18g-214	9006200	823085	4,40	Batolito de la Costa granodiorita (3.16), Fm. Santa-Carhuaz (1.24)		Mo	12,5	5	17
154	Patria	18g-249	9008264	805598	13,36	Batolito de la Costa granodiorita (7.95), Fm. Santa-Carhuaz (5.41)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	52 +/- 0.08, 0.26, 6.31, 16, 0.92	5	17
155	El Naranjo	18g-255	9020405	808696	8,85	Batolito de la Costa granodiorita (8.85)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	81 +/- 0.07, 0.07, 1.75, 9, 1.34	5	17
156	Bados	18g-268	9022566	803859	15,34	Batolito de la Costa granodiorita (11.9), Volc. Calipuy (2.51), Fm. Santa-Carhuaz (0.52), Fm. Chimú (0.41)		Au +/- Te, Ag, Mo, As, Sb	72 +/- 0.08, 0.07, 2.74, 19, 0.94	5	17
157	Paccho Uran	18h-177	9008056	180327	5,53	Calipuy (3.19) Batolito Costero-Tiabaya tonalita-granodiorita (2.15), Q.Aluvial (0.19)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	35 +/- 0.50,0.11,71,0.37	6	18
158	Huancup	18h-183	9007428	181054	7,1	Calipuy (5.30) Batolito Costero-Tiabaya tonalita-granodiorita (1.67), Q.Aluvial (0.13)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	57 +/- 0.80,0.005,53,1.08	6	18
159	Mato	18h-170	9007768	188320	1,35	Calipuy (0.70) Q.Aluvial (0.65)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	33 +/- 1,0,29,121,0.58	6	18
160	Santacruz	18h-159	9010054	202499	3,37	Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (3.37)		In+/-Pb	0.30 +/- 147.2	6	18
161	Los Baños	18h-160	9010662	192880	3,57	Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (1.59), Calipuy (1.98)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	39 +/- 1.10,1.06,428,0.58	6	18
162	Santacruz I	18h-168	9011390	191120	8,65	Calipuy (5.71), Q.fluvioglacial (1.96), Q. Aluvial (0.53), Q.Coluvial (0.45)		Au, In, Te, Zn, Bi+/-Pb, Ag, Mn	128,0.43,1167,3.80+/- 116,2.22,2619	6	18
163	Velapaccha	18h-139	9015488	187484	5,36	Q.Aluvial (4.20), Calipuy (1.16)		In, Pb, Te+/-Au, Sn, As, Sb, Bi	1.94,232.7,0.27+/- 42,2.7,279,2.52,2.34	6	18
164	Huallanca	18h-128	9024965	183208	14,31	Q.Coluvial (7.06), Fm.Carhuaz (3.15), Fm.Santa (2.40), Fm.Chimu (0.82), Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (0.66), Fm.Oyón (0.12), Fm. Chicama (0.1)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	79 +/- 0.60,2.32,236,0.58	6	18
165	Caccho	18h-090	9027068	182703	8,34	Q.Coluvial (3.28), Fm.Carhuaz (0.58), Fm.Santa (0.87), Fm. Chimu (2.03), Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (0.68), Fm.Oyón (0.90)		Au, Pb+/-Ag	178 +/- 248.5,2.71	6	18

(*): Datum WGS 84

Cuadro 4.3 Anomalías geoquímicas* (continuación)

N°	Anomalía	Código de muestra	Norte	Este	Área (Km^2)	Distribución areal de unidades geológicas	Ocurrencia minera	Asociación química	Concentración (ppm)	Población	Zona
166	Agua Blanca	18h-147	9024924	174804	8,46	Calipuy (6.25), F.Huylas (2.02), Fm.Santa (0.19)		Au, Zn, Cu	56,873,452.9	6	18
167	Los Cedros	18h-085	9022860	197574	10,66	Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (7.93), Fm. Chicama (1.46)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	31 +/- 1,0.1,132,0.57	6	18
168	Los Cedros I	18h-109	9021200	194000	5,5	Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (5.05)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	68 +/- 0.8,0.1,135,0.23	6	18
169	Pañococha	18h-209	9030450	191151	14,34	Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (14.34)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	169 +/- 0.50,0.13,199,1.8	6	18
170	Urupay	17h-012	9095328	188318	12,12	Fm. Chicama (5.31), Fm.Chimu (3.04), Q.Aluvial (1.70), Fm. Santa-Carhuaz (0.78), Batolito de la Cordillera Blanca-granodiorita/tonalita (0.70), Fm.Farrat (0.31), Fm.Pariahuanca-Chúlec (0.28)		Bi, Te, Zn, Pb+/-Au, As, Cd, Sb, Ag, Cu, Mn	13.5,0.49,1079,253.3,+/- 25,488,6.46,14.3,2.03,181.8,2820	6	18
171	Quesga	17h-039	9095168	186471	8,32	Fm. Chicama (3.46), Fm. Chimú (1.30), Fm. Santa-Carhuaz (0.60), Fm. Jumasha-Celendin(0.48), Fm. Farrat (0.39), Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (0.22), Fm. Pariahuanca-Chúlec-Pariatambo (1.87)		Zn, Ag, Cu, Sb, Te, Bi, Pb, In, Cd, As+/-Mn	1601,15,698.2,157.5,2.3,22.1,676.3,0.15,9.09,535+/- 2932	6	18
172	Pelagatos	17h-005	9095512	184450	10,28	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (4.51), Fm. Chicama (4.84), Fm. Chimú (0.60), Fm. Santa Carhuaz (0.33)	Pasto Bueno (Cu,W)	As, Cd, Sb, Te, Bi, In, Pb, Zn, Ag, Cu, Sn, Au, Mn	10000,183.5,10000,154.1,4848,9.81,10000,10000,15,10000,12.8,80,6778	6	18
173	Plata I	17h-038 17h-011	9095300 9095578	181000 181462	10,2	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (7.12), Fm. Chicama (3.08).		Zn, Ag, Cu, Sb, Te, Bi, Pb, In, Cd, As+/-Mn Zn,Ag,Cu,Sb,Te,Bi,Pb,In,Cd+/-Au,As	8007,15,5640,1257,14.8,197.7,880.8,1.89,28.9,1615+/-1406 4741,15,2723,506.6,7.16,110.5,538.1,1.1,17.1+/-29,8.86	6	18
174	Huamallara	17g-093	9068814	829774	6,30	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (6.05), Q. Fluvioglaciar (0.25)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	199+/-1.3,0.05,132,0.21	6	17
175	Tambillo	17g-011	9106110	823829	2,95	Fm. Chicama (2.33), Volc. Calipuy (0.62)		Sb, Te, Bi, In+/-Au, Sn, As, Pb	74.7,0.77,22.9,0.47,+/-30,3.8,6.22.101.7	6	17
176	Rangra	17h-062	9070372	172957	8,61	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (8.61)		Au, Bi+/-Te	1.61,3.84+/-0.16	6	18
177	Puca	18h-095	9006526	182742	8,95	Batolito de la costa granodiorita (4.44), Volc. Calipuy (3.47), Q. Aluvial (1.04)		In, Pb, Te+/-Au, Sn, As, Sb, Bi	0.16,932.8,0.58+/-9,1.6,752,19.6,3.32	6	18
178	Porpunal	17g-087	9061045	828000	5,28	Batolito de la Cordillera Blanca granodiorita-tonalita (5.28)		Au+/-Sn, Ag, Zn, Bi	176+/-1.8,0.11,167,0.33	6	17

(*): Datum WGS 84

PÁGINA EN BLANCO

CONCLUSIONES

- El análisis estadístico multivarial permite identificar los elementos asociados en los distintos ambientes geológicos.
- De acuerdo al control de calidad, la confiabilidad de los resultados geoquímicos es alta, llegando a confirmarse las áreas mineralizadas conocidas, las cuales coinciden con anomalías de muy fuerte intensidad.
- En toda el área de estudio se observa una asociación geoquímica común: cobre-plata zinc, a la cual se ligan otros elementos traza, de acuerdo al ambiente geológico. En el caso de los volcánicos paleógeno-neógenos, el oro se liga a dicha asociación.
- Otra asociación común: arsénico-antimonio-plomo-cadmio-indio, también permite hacer distinciones entre ambientes geológicos, como en el caso de los sedimentarios carbonatados cretácicos, en donde el cadmio no está presente.
- Las dos poblaciones de intrusivos se diferencian en cuanto a la asociación del oro, ya que en el caso de los cretácico-paleógenos el oro se asocia a cobre-zinc-plata, en tanto que en los neógenos se liga a la asociación arsénico-antimonio-plomo-cadmio-indio-bismuto. Otra diferencia importante son las intensidades de las anomalías, siendo más fuertes en metales preciosos y oro, y en los ambientes de los intrusivos neógenos.
- Algunos elementos traza son más sensibles a los cambios litológicos, y muestran niveles de dispersión contrastantes, como en el caso del vanadio, wolframio o cobre.
- El oro y el telurio presentan distribución errática en toda la zona de trabajo, y los otros elementos tratados muestran distribución lognormal o normal.
- Las anomalías de mayor contraste de oro ocurren en los ambientes sedimentarios clásticos jurásicos y cretácicos, donde alcanzan intensidades mayores a 60 veces el umbral.
- Las anomalías de metales base de intensidades muy altas predominan en los intrusivos paleógeno-neógenos.
- En los sedimentarios clásticos jurásicos se determinaron 8 anomalías de zinc y otros traza, predominantemente muy fuertes, una de las cuales supera 17 veces el umbral. Igualmente se registran anomalías de oro de la misma intensidad, superando 64 veces el umbral.
- En los sedimentarios clásticos Cretácicos ocurren 26 anomalías de oro, una de las cuales sobrepasa 65 veces el umbral. Destacan asimismo 2 anomalías de molibdeno, y una de ellas representa 9 veces el umbral.
- En los sedimentarios carbonatados Cretácicos se registró el umbral más bajo de oro (13 ppb), con 3 anomalías muy fuertes, una de ellas cerca de 12 veces el umbral. También hay dos anomalías de plomo, plata, que alcanzaron 3 veces el umbral.
- En los volcánicos paleógeno-neógenos ocurren 10 anomalías muy fuertes de oro, cobre, plata y zinc, con casi 13 veces el umbral de oro, y 11 veces el umbral de cobre y de zinc. También destacan 2 anomalías de cobre, plata, zinc que alcanzan 100 veces el umbral de cobre, 6 veces el de la plata y 35 veces el del zinc.
- En los intrusivos Cretácico-paleógenos se observó 11 anomalías de oro, una de las cuales alcanza intensidad de 26 veces el umbral; además de cobre, zinc, plata, oro, en la que el plomo destaca con 13 veces el umbral, y la de plomo, arsénico y níquel, con 5 veces el umbral de arsénico y níquel.
- En los intrusivos neógenos las anomalías más fuertes (5) se registran en los elementos cobre, plomo, zinc, antimonio, arsénico, plata, wolframio, bismuto y telurio, llegando a superar sus límites de detección en los 6 primeros elementos. Se observan asimismo seis anomalías de oro, el cual alcanza casi 6 veces el umbral.

PÁGINA EN BLANCO

BIBLIOGRAFÍA

BARTOS, P.J. (1987) - Quiruvilca, Peru: mineral zoning and timing of wall-rock alteration relative to Cu-Pb-Zn-Ag vein-fill deposition. *Economic Geology*, 82(6): 1413-1452.

BELLIDO, E. & DE MONTREUIL, L. (1972) - Aspectos generales de la metalogenia del Perú. *Servicio de Geología y Minería, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 1, 149 p.

BOIT, B. (1965) - Diferencias entre el batolito longitudinal de los Andes y los de la Cordillera Blanca. *Publicaciones Museo de Historia Natural Javier Prado, Serie C: Geología*, (10): 1–22.

CANDENTE RESOURCE CORPORATION (2005) - *Projects Peru: Alto Dorado* (en línea). Lima: Candente Resource Corp. (Consulta: agosto 2008). Disponible en Web: <http://www.candente.com/s/PeruProjects_Alto-Dorado.asp>

CARMAN, G.D.; WINKELMANN, G. & NICHOLSON, P. (2000) - Epithermal gold mineralization hosted by Casma group volcanics at Chorobal and Tanguche - a recently discovered gold district in the department of La Libertad, Peru. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000, *Resúmenes*, Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 227.

CINITS, R. (2003) - *Technical Report on the Pashpap Property Ancash Department, Peru*. Preparado para Lumina Copper Corporation. Proyecto 141356, 142 p.

COSSÍO, A. (1964) - Geología de los cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 8, 69 p.

COSSÍO, A. & JAÉN, H. (1967) - Geología de los cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa. *Servicio de Geología y Minería, Boletín* 17, 141 p.

COX, D.P. & SINGER, D.A., eds. (1986) - Mineral deposit models. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1693, 379 p.

HEYL, A.D.V. & LIVINGSTON, W. (1998) - The Tres Cruces low sulfidation disseminated gold deposit, La Libertad, La Libertad, Peru. En: Simposium Internacional del Oro, 3, Lima, 1998. *Conferencias*. Lima: Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, Comité Aurífero, p. 128-135.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2001) - *Proyectos de inversión minera y prospectos en estudio*. Lima: INGEMMET, 147 p., Boletín Especial

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (en prensa) - Nuevo mapa metalogenético. Lima: INGEMMET.

KIHIEN A. (1997) - La franja de oro-cobre del norte del Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 51–56.

LANDIS, G.P. & RYE, R.O. (1974) - Geologic, fluid inclusion, and stable isotope studies of the Pasto Bueno tungsten-base metal ore deposit, northern Peru. *Economic Geology*, 69(7): 1025-1059.

LEWIS, R.W. (1956) - Geología y depósitos minerales de Quiruvilca-Perú. *Minería*, 5(14): 27-39.

MONTOYA, D. (2000) - Yacimiento aurífero Santa Rosa. En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 1, Lima, 1999. *Primer libro de monografías de yacimientos minerales peruanos: historia, exploración y geología*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, p. 93-99.

NAVARRO, P. (2007) - Características metalogenéticas de los yacimientos asociados al Grupo Calipuy en La Libertad y Ancash. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (102): p. 79-100.

NOBLE, D.C., et al. (2004) - Space-time relationships of some porphyry Cu-Au, epithermal Au, and other magmatic-related mineral deposits in northern Peru. En: Sillitoe,

R.H.; Perelló, J. & Vidal, C., eds. *Andean metallogeny: new discoveries, concepts, and updates*. Littleton, CO: Society of Economic Geologists, p. 313-318.

NÚÑEZ, F. (1995) - Rasgos estructurales relacionados con la metalogenia del Perú. En: Convención de Ingenieros de Minas, 23, Arequipa, setiembre 1997, *Trabajos técnicos*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, t. 1, p. 65-72.

PERALES, F. (1994) - *Glosario y tabla de correlación de las unidades estratigráficas del Perú*. Lima: Gráfica Bellido, 177 p.

PERELLÓ, J., et al. (2001) - The Magistral Porphyry-Skarn Cu-Mo deposit, Ancash, Peru (CD-ROM). En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 2, Lima, 2001. *Conferencias*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 3 p.

TORRES, A. & ENRÍQUEZ, J. (1996) - Características estratigráficas, estructurales y tectónicas en relación con la mineralización de oro en el Perú. En: Simposium Internacional del Oro, 2, Lima, 1996, *Perú: Segundo Simposium Internacional del Oro*. Lima: Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, Comité Aurífero, p. 118-123.

TUMIALÁN, P. (1982) - Casos de exploración geológica en la pequeña minería. En: *Jueves Mineros, VII ciclo*, Lima, 1982. Lima: Banco Minero del Perú, 67 p.

TUMIALÁN, P. (2003) - Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 10, 620 p.

TUMIALÁN, P. & GAMARRA, B. (1980) - Controles de mineralización del yacimiento de tungsteno de Pasto Bueno. En: Convención de Ingenieros de Minas, 15, Trujillo, 1980, *Trabajos técnicos*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, (I-10) 10 p.

VICHARRA, M. (2003) - Rasgos geológicos regionales de Quiruvilca, Huamachuco y Angasmarca - Estudio del yacimiento epitermal de oro de baja sulfuración Callullin - La Libertad. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (96): p. 17-34.

WILSON, J.J.; REYES, L. & GARAYAR, J. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Actualizado por la Dirección de la Carta Geológica Nacional. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 60, 79 p.

ANEXOS

Cuadro C1
Parámetros de precisión en muestras de sedimentos activos de quebrada (Cobre)

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Promedio (ppm)	S.D (ppm)	S.D Relativa (%)	Límite Máx. Perm. de S.D Relativa (%)*
17f-084	0,5	74,5	79,30	6 788	8 560	20
17f-091		84,1				
17f-113	0,5	28,2	25,70	3 536	13 757	20
17f-121		23,2				
17g-054	0,5	28,8	28,50	0,424	1 489	20
17g-045		28,2				
17g-070	0,5	36,0	35,70	0,424	1 188	20
17g-075		35,4				
17g-107	0,5	38,6	37,05	2 192	5 916	20
17g-114		35,5				
17g-138	0,5	31,0	30,90	0,141	0,458	20
17g-143		30,8				
17g-165	0,5	44,2	42,90	1 838	4 285	20
17g-170		41,6				
17g-194	0,5	397,3	391,10	8 768	2 242	20
17g-188		384,9				
17g-234	0,5	23,1	21,40	2 404	11 234	20
17g-240		19,7				
17g-254	0,5	20,3	20,40	0,141	0,693	20
17g-212		20,5				
17g-270	0,5	25,1	24,60	0,707	2 874	20
17g-275		24,1				
17h-107	0,5	23,3	24,45	1 626	6 652	20
17h-110		25,6				
17h-118	0,5	14,2	15,00	1 131	7 542	20
17h-123		15,8				
17h-135	0,5	38,1	38,60	0,707	1 832	20
17h-140		39,1				
17h-170	0,5	21,8	21,65	0,212	0,980	20
17h-180		21,5				
18g-007	0,5	36,3	37,45	1 626	4 343	20
18g-013		38,6				
18g-032	0,5	52,0	50,85	1 626	3 198	20
18g-037		49,7				
18g-097	0,5	50,2	54,55	6 152	11 277	20
18g-105		58,9				
18g-123	0,5	53,1	55,35	3 182	5 749	20
18g-128		57,6				
18g-153	0,5	54,6	52,05	3 606	6 928	20
18g-158		49,5				
18g-180	0,5	50,5	55,05	6 435	11 689	20
18g-202a		59,6				

*Límite Máximo Permisible de Desviación Estándar Relativa determinado de acuerdo al método analítico y las concentraciones obtenidas.

Cuadro C2
Parámetros de precisión en muestras de sedimentos activos de quebrada (Zinc)

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Promedio (ppm)	S.D (ppm)	S.D Relativa (%)	Límite Máx. Perm. de S.D Relativa (%)*
17f-084	1,0	110	114,5	6 364	5 558	20
17f-091		119				
17f-113	1,0	53	46,5	9 192	19 769	20
17f-121		40				
17g-054	1,0	193	189,0	5 657	2 993	20
17g-045		185				
17g-070	1,0	96	93,5	3 536	3 781	20
17g-075		91				
17g-107	1,0	104	103,5	0,707	0,683	20
17g-114		103				
17g-138	1,0	76	76,5	0,707	0,924	20
17g-143		77				
17g-165	1,0	175	172,0	4 243	2 467	20
17g-170		169				
17g-194	1,0	526	500,0	36 770	7 354	20
17g-188		474				
17g-234	1,0	96	88,0	11 314	12 856	20
17g-240		80				
17g-254	1,0	64	66,0	2 828	4 285	20
17g-212		68				
17g-270	1,0	85	84,5	0,707	0.837	20
17g-275		84				
17h-107	1,0	97	99,5	3 536	3 553	20
17h-110		102				
17h-118	1,0	83	84,0	1 414	1 684	20
17h-123		85				
17h-135	1,0	125	126,0	1 414	1 122	20
17h-140		127				
17h-170	1,0	87	87,0	0,000	0,000	20
17h-180		87				
18g-007	1,0	108	105,5	3 536	3 351	20
18g-013		103				
18g-032	1,0	126	118,0	11 314	9 588	20
18g-037		110				
18g-097	1,0	150	152,0	2 828	1 861	20
18g-105		154				
18g-123	1,0	152	146,0	8 485	5 812	20
18g-128		140				
18g-153	1,0	203	190,5	17 678	9 280	20
18g-158		178				
18g-180	1,0	220	227,0	9 899	4 361	20
18g-202a		234				

*Límite Máximo Permisible de Desviación Estándar Relativa determinado de acuerdo al método analítico y las concentraciones obtenidas.

Cuadro C3
Parámetros de precisión en muestras de sedimentos activos de quebrada (Vanadio)

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Promedio (ppm)	S.D (ppm)	S.D Relativa (%)	Límite Máx. Perm. de S.D Relativa (%)*
17f-084	1,00	103	102 500	0,707	0,690	20
17f-091		102				
17f-113	1,00	86	87 500	2 121	2 424	20
17f-121		89				
17g-054	1,00	15	15 000	0,000	0,000	20
17g-045		15				
17g-070	1,00	18	16 000	2 828	17 678	20
17g-075		14				
17g-107	1,00	87	86 500	0,707	0,817	20
17g-114		86				
17g-138	1,00	37	34 500	3 536	10 248	20
17g-143		32				
17g-165	1,00	36	38 000	2 828	7 443	20
17g-170		40				
17g-194	1,00	87	88 500	2 121	2 397	20
17g-188		90				
17g-234	1,00	106	97 000	12 728	13 122	20
17g-240		88				
17g-254	1,00	78	82 000	5 657	6 899	20
17g-212		86				
17g-270	1,00	103	99 500	4 950	4 975	20
17g-275		96				
17h-107	1,00	9	10 000	1 414	14 142	20
17h-110		11				
17h-118	1,00	0,5	0.500	0,000	0,000	30
17h-123		0,5				
17h-135	1,00	0,5	0.500	0,000	0,000	30
17h-140		0,5				
17h-170	1,00	17	17 500	0,707	4 041	20
17h-180		18				
18g-007	1,00	17	18 500	2 121	11 467	20
18g-013		20				
18g-032	1,00	75	79 000	5 657	7 161	20
18g-037		83				
18g-097	1,00	53	54 000	1 414	2 619	20
18g-105		55				
18g-123	1,00	44	42 000	2 828	6 734	20
18g-128		40				
18g-153	1,00	43	40 500	3 536	8 730	20
18g-158		38				
18g-180	1,00	30	31 000	1 414	4 562	20
18g-202a		32				

*Límite Máximo Permisible de Desviación Estándar Relativa determinado de acuerdo al método analítico y las concentraciones obtenidas.

Cuadro C4
Contenido de Cobre en Muestras «Estándar»

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Verdadero* (ppm)	Desviación Estándar (ppm)	Límites de Aceptación** (ppm)	
17g-057	0,50	68,6	69	6	57	81
17g-123	0,50	71,7	69	6	57	81
17g-220	0,50	69,0	69	6	57	81
17g-321	0,50	66,2	69	6	57	81
17h-060	0,50	65,3	69	6	57	81
18g-138	0,50	72,7	69	6	57	81
18h-223	0,50	698,4	687	43	601	773
17f-127	0,50	943,9	952	67	818	1 086
17g-083	0,50	992,4	952	67	818	1 086
17g-150	0,50	1 029,0	952	67	818	1 086
17g-285	0,50	928,9	952	67	818	1 086
17h-092	0,50	907,9	952	67	818	1 086
17h-166	0,50	921,7	952	67	818	1 086
18g-108	0,50	915,7	952	67	818	1 086
18g-166	0,50	935,0	952	67	818	1 086
18g-260	0,50	925,0	952	67	818	1 086
18h-052	0,50	885,9	952	67	818	1 086
18h-130	0,50	924,2	952	67	818	1 086

* Obtenido según Muestra Patrón (GEOSTATS)
** Límites de Aceptación establecidos según cálculos teóricos y valores de referencia.

Cuadro C5
Contenido de níquel en muestras «Estándar»

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Verdadero* (ppm)	Desviación Estándar (ppm)	Límites de Aceptación** (ppm)	
17g-057	0,50	42,6	33	7	19	47
17g-123	0,50	23,2	33	7	19	47
17g-220	0,50	32,1	33	7	19	47
17g-321	0,50	21,0	33	7	19	47
17h-060	0,50	29,9	33	7	19	47
18g-138	0,50	28,4	33	7	19	47
17f-127	0,50	7,8	18	11	0,5	40
17g-083	0,50	21,3	18	11	0,5	40
17g-150	0,50	27,7	18	11	0,5	40
17g-285	0,50	18,4	18	11	0,5	40
17h-092	0,50	5,0	18	11	0,5	40
17h-166	0,50	11,6	18	11	0,5	40
18g-108	0,50	14,1	18	11	0,5	40
18g-166	0,50	35,8	18	11	0,5	40
18g-260	0,50	14,0	18	11	0,5	40
18h-052	0,50	1,5	18	11	0,5	40
18h-130	0,50	31,9	18	11	0,5	40

* Obtenido según Muestra Patrón (GEOSTATS).
** Límites de Aceptación establecidos según cálculos teóricos y valores de referencia.

Cuadro C6
Contenido de zinc en muestras «Estándar»

Muestra	Límite de Detección (ppm)	Valores Obtenidos (ppm)	Valor Verdadero* (ppm)	Desviación Estándar (ppm)	Límites de Aceptación** (ppm)	
17g-057	1,00	118	121	9	103	139
17g-123	1,00	119	121	9	103	139
17g-220	1,00	114	121	9	103	139
17g-321	1,00	107	121	9	103	139
17h-060	1,00	106	121	9	103	139
18g-138	1,00	111	121	9	103	139
17f-127	1,00	47	68	30	8	128
17g-083	1,00	45	68	30	8	128
17g-150	1,00	47	68	30	8	128
17g-285	1,00	43	68	30	8	128
17h-092	1,00	42	68	30	8	128
17h-166	1,00	45	68	30	8	128
18g-108	1,00	41	68	30	8	128
18g-166	1,00	45	68	30	8	128
18g-260	1,00	46	68	30	8	128
18h-052	1,00	37	68	30	8	128
18h-130	1,00	40	68	30	8	128

* Obtenido según Muestra Patrón (GEOSTATS).
** Límites de Aceptación establecidos según cálculos teóricos y valores de referencia.

Cuadro C7
Contenido de elementos traza en muestras «Blanco»

Elemento	Ag	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Zn
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
LMP*	**0,08**	**22,7**	**0,45**	**13,8**	**1,5**	**28,0**	**39,6**	**1,80**	**12**
Lím. de Det.	**0,01**	**1**	**0,01**	**0,5**	**0,01**	**0,5**	**0,2**	**0,05**	**1**
17f-037	0,08	5	0,11	12,4	<0,01	3,0	3,2	0,06	13
17f-075	0,05	11	0,10	11,3	0,14	1,5	2,7	0,27	5
17f-105	0,04	5	0,12	10,9	<0,01	0,7	2,3	<0,05	5
17g-001	0,04	16	0,28	11,2	<0,01	10,1	38,5	0,53	5
17g-031	0,04	26	0,45	12,5	1,00	20,0	34,5	1,77	6
17g-061	<0,01	12	0,24	11,8	0,07	12,2	15,3	0,79	<1
17g-101	<0,01	5	0,10	13,2	<0,01	15,5	15,7	0,51	<1
17g-131	<0,01	9	0,35	13,5	0,41	21,5	19,6	1,65	<1
17g-179	<0,01	6	0,03	12,6	0,33	11,9	2,0	0,26	3
17g-197	<0,01	6	0,03	12,5	0,33	9,9	2,3	0,28	3
17g-227	<0,01	6	0,02	11,7	1,39	24,6	2,1	0,32	5

* Límites Máximos Permisibles determinados según muestras patrón.

Cuadro C8
Varianza total explicada - Sedimentarios clásticos jurásicos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	11,82323576	28,15056132	28,15056132	11,82323576	28,15056132	28,15056132	7,65676803	18,23040007	18,23040007
2	5,880981415	14,0023367	42,15289803	5,880981415	14,0023367	42,15289803	6,933018138	16,50718604	34,73758611
3	3,464270172	8,248262313	50,40116034	3,464270172	8,248262313	50,40116034	5,017002167	11,94524325	46,68282937
4	2,916139441	6,943189145	57,34434949	2,916139441	6,943189145	57,34434949	2,614706322	6,225491243	52,90832061
5	2,331647562	5,551541814	62,8958913	2,331647562	5,551541814	62,8958913	2,581269243	6,145879151	59,05419976
6	1,732339436	4,124617704	67,02050901	1,732339436	4,124617704	67,02050901	2,333999581	5,55714186	64,61134162
7	1,507456649	3,589182498	70,6096915	1,507456649	3,589182498	70,6096915	1,756190226	4,1814053	68,79274692
8	1,214465619	2,891584808	73,50127631	1,214465619	2,891584808	73,50127631	1,610210047	3,833833445	72,62658037
9	1,079423982	2,570057101	76,07133341	1,079423982	2,570057101	76,07133341	1,446796278	3,444753043	76,07133341
10	0,951027537	2,264351278	78,33568469						
11	0,922251733	2,195837459	80,53152215						
12	0,812891729	1,935456497	82,46697865						
13	0,746135153	1,776512269	84,24349092						
14	0,666509471	1,586927312	85,83041823						
15	0,590707759	1,406447046	87,23686527						
16	0,561789691	1,337594503	88,57445978						
17	0,479450354	1,141548462	89,71600824						
18	0,43702728	1,040541143	90,75654938						
19	0,405555297	0,96560785	91,72215723						
20	0,372858313	0,887757887	92,60991512						
21	0,355898066	0,847376349	93,45729147						
22	0,299367741	0,712780336	94,1700718						
23	0,267937029	0,637945306	94,80801711						
24	0,2400698	0,571594761	95,37961187						
25	0,231576031	0,551371503	95,93098337						
26	0,193018589	0,45956807	96,39055144						
27	0,181690349	0,432596069	96,82314751						
28	0,173102846	0,412149634	97,23529715						
29	0,168228231	0,400543408	97,63584056						
30	0,144301558	0,343575138	97,97941569						
31	0,138608439	0,330020093	98,30943579						
32	0,129719312	0,308855505	98,61829129						
33	0,116291663	0,276884913	98,8951762						
34	0,099118749	0,235997022	99,13117323						
35	0,087250484	0,207739247	99,33891247						
36	0,074036157	0,176276563	99,51518904						
37	0,06232414	0,148390809	99,66357985						
38	0,049880233	0,118762459	99,78234231						
39	0,04392372	0,104580285	99,88692259						
40	0,021263524	0,050627439	99,93755003						
41	0,01468593	0,034966499	99,97251653						
42	0,011543058	0,027483472	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C9
Varianza total explicada - Sedimentarios clásticos Cretácicos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	12,28857148	29,25850354	29,25850354	12,28857148	29,25850354	29,25850354	10,03058792	23,882352	23,8823522
2	5,922472211	14,10112431	43,35962785	5,922472211	14,10112431	43,35962785	6,282616939	14,958612	38,84096396
3	4,15444797	9,891542786	53,25117063	4,15444797	9,891542786	53,25117063	3,11658639	7,4204438	46,26140774
4	2,509666787	5,975397112	59,22656775	2,509666787	5,975397112	59,22656775	2,990436392	7,1200866	53,38149439
5	2,407536034	5,732228652	64,9587964	2,407536034	5,732228652	64,9587964	2,268657773	5,4015661	58,78306052
6	1,578870531	3,759215551	68,71801195	1,578870531	3,759215551	68,71801195	2,247178162	5,3504242	64,13348471
7	1,430343183	3,405579007	72,12359095	1,430343183	3,405579007	72,12359095	2,214657391	5,2729938	69,4064785
8	1,316166802	3,133730481	75,25732144	1,316166802	3,133730481	75,25732144	2,13410707	5,0812073	74,48768581
9	1,124886852	2,678302028	77,93562346	1,124886852	2,678302028	77,93562346	1,448133814	3,4479377	77,93562346
10	0,909989965	2,166642775	80,10226624						
11	0,882091583	2,100218054	82,20248429						
12	0,753619134	1,794331272	83,99681557						
13	0,693340035	1,650809607	85,64762517						
14	0,592294762	1,410225624	87,0578508						
15	0,548298138	1,305471757	88,36332255						
16	0,48117758	1,145660905	89,50898346						
17	0,411099788	0,978809018	90,48779248						
18	0,387865025	0,923488155	91,41128063						
19	0,366060151	0,871571788	92,28285242						
20	0,315322965	0,750768965	93,03362138						
21	0,298531661	0,710789669	93,74441105						
22	0,282823669	0,673389687	94,41780074						
23	0,27175224	0,647029143	95,06482988						
24	0,252503345	0,601198442	95,66602832						
25	0,223083352	0,531150839	96,19717916						
26	0,200990116	0,478547896	96,67572706						
27	0,199329683	0,474594483	97,15032154						
28	0,180347553	0,429398936	97,57972048						
29	0,154939723	0,368904103	97,94862458						
30	0,142416618	0,339087187	98,28771177						
31	0,120180664	0,286144438	98,57385621						
32	0,11530232	0,274529333	98,84838554						
33	0,100874429	0,240177211	99,08856275						
34	0,089846573	0,213920412	99,30248316						
35	0,074606784	0,177635199	99,48011836						
36	0,065639193	0,156283794	99,63640215						
37	0,060693073	0,144507317	99,78090947						
38	0,036844369	0,087724689	99,86863416						
39	0,032551412	0,077503363	99,94613752						
40	0,009086023	0,021633389	99,96777091						
41	0,00707251	0,016839309	99,98461022						
42	0,006463708	0,01538978	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C10
Varianza total explicada - Sedimentarios carbonatados Cretácicos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8,299	34,57914013	34,57914013	8,29899	34,57914013	34,5791401	5,4167643	22,56985108	22,56985108
2	4,9818	20,75752336	55,33666349	4,98181	20,75752336	55,3366635	5,1031649	21,26318706	43,83303814
3	2,6755	11,14809606	66,48475955	2,67554	11,14809606	66,4847596	3,5007842	14,58660078	58,41963892
4	2,0519	8,549556423	75,03431598	2,05189	8,549556423	75,034316	3,1395251	13,08135457	71,50099349
5	1,2208	5,08649211	80,12080809	1,22076	5,08649211	80,1208081	2,0687555	8,619814597	80,12080809
6	0,9972	4,15504189	84,27584998						
7	0,8162	3,400688704	87,67653868						
8	0,534	2,22514727	89,90168595						
9	0,4655	1,939565171	91,84125112						
10	0,3593	1,49722133	93,33847245						
11	0,3307	1,377734167	94,71620662						
12	0,2753	1,147038141	95,86324476						
13	0,2417	1,007008078	96,87025284						
14	0,1741	0,725502123	97,59575496						
15	0,149	0,620818308	98,21657327						
16	0,1113	0,463605265	98,68017853						
17	0,0797	0,331994625	99,01217316						
18	0,0569	0,236969893	99,24914305						
19	0,0547	0,228065552	99,47720861						
20	0,0413	0,172247088	99,64945569						
21	0,0361	0,150392885	99,79984858						
22	0,0252	0,105105154	99,90495373						
23	0,0162	0,067614838	99,97256857						
24	0,0066	0,02743143	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C11
Varianza total explicada - Volcánicos paleógeno-neógenos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	11,49074475	27,35891607	27,35891607	11,49074475	27,35891607	27,35891607	10,91134515	25,97939321	25,97939321
2	7,495496073	17,84641922	45,20533529	7,495496073	17,84641922	45,20533529	5,788151098	13,78131214	39,76070534
3	2,788993959	6,640461808	51,8457971	2,788993959	6,640461808	51,8457971	3,545178435	8,440901036	48,20160638
4	2,528745006	6,020821443	57,86661854	2,528745006	6,020821443	57,86661854	2,41162572	5,741966001	53,94357238
5	2,184734196	5,201748085	63,06836663	2,184734196	5,201748085	63,06836663	2,108048116	5,01916218	58,96273456
6	1,833972804	4,366601913	67,43496854	1,833972804	4,366601913	67,43496854	2,014569944	4,796595105	63,75932967
7	1,592322717	3,791244565	71,2262131	1,592322717	3,791244565	71,2262131	1,833893501	4,366413098	68,12574277
8	1,276969165	3,040402774	74,26661588	1,276969165	3,040402774	74,26661588	1,738263565	4,138722773	72,26446554
9	1,052877536	2,506851275	76,77346715	1,052877536	2,506851275	76,77346715	1,695909705	4,037880251	76,30234579
10	1,003892517	2,39022028	79,16368743	1,003892517	2,39022028	79,16368743	1,20176349	2,861341642	79,16368743
11	0,907242273	2,160100651	81,32378808						
12	0,808417111	1,924802646	83,24859073						
13	0,671090942	1,597835576	84,84642631						
14	0,638674431	1,520653406	86,36707971						
15	0,585337471	1,393660646	87,76074036						
16	0,53826862	1,281591952	89,04233231						
17	0,510458408	1,215377161	90,25770947						
18	0,42872118	1,020764714	91,27847418						
19	0,398915036	0,949797705	92,22827189						
20	0,38282652	0,911491713	93,1397636						
21	0,30416938	0,72421281	93,86397641						
22	0,27546864	0,655877715	94,51985413						
23	0,261054613	0,621558603	95,14141273						
24	0,239827088	0,571016876	95,71242961						
25	0,207964275	0,495153036	96,20758264						
26	0,204470241	0,486833906	96,69441655						
27	0,177776745	0,423277964	97,11769451						
28	0,171208375	0,407638988	97,5253335						
29	0,151478409	0,36066288	97,88599638						
30	0,141939693	0,33795165	98,22394803						
31	0,121638499	0,289615473	98,51356351						
32	0,112979742	0,268999386	98,78256289						
33	0,108541086	0,258431158	99,04099405						
34	0,097040867	0,231049682	99,27204373						
35	0,08956172	0,213242191	99,48528592						
36	0,072892494	0,173553557	99,65883948						
37	0,06022044	0,143382001	99,80222148						
38	0,037490217	0,089262421	99,8914839						
39	0,028714778	0,068368519	99,95985242						
40	0,006625369	0,015774689	99,97562711						
41	0,00586056	0,013953714	99,98958082						
42	0,004376054	0,010419175	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C12
Varianza total explicada - Intrusivos Cretácicos-paleógenos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	11,65336731	27,74611264	27,74611264	11,65336731	27,74611264	27,74611264	11,02531416	26,25074799	26,25074799
2	5,619094899	13,37879738	41,12491002	5,619094899	13,37879738	41,12491002	5,207048133	12,39773365	38,64848164
3	3,084504994	7,344059508	48,46896953	3,084504994	7,344059508	48,46896953	2,893741865	6,889861583	45,53834323
4	2,640906272	6,287872076	54,75684161	2,640906272	6,287872076	54,75684161	2,305891575	5,490218037	51,02856126
5	2,298425539	5,472441759	60,22928337	2,298425539	5,472441759	60,22928337	2,209022451	5,259577264	56,28813853
6	1,939517719	4,61789933	64,8471827	1,939517719	4,61789933	64,8471827	2,124390903	5,058073578	61,34621211
7	1,576813787	3,75431854	68,60150124	1,576813787	3,75431854	68,60150124	2,089656506	4,975372633	66,32158474
8	1,360348082	3,238924005	71,84042524	1,360348082	3,238924005	71,84042524	1,851614056	4,408604894	70,73018963
9	1,238597239	2,949041046	74,78946629	1,238597239	2,949041046	74,78946629	1,467062035	3,493004846	74,22319448
10	1,157400114	2,755714558	77,54518085	1,157400114	2,755714558	77,54518085	1,395234275	3,321986368	77,54518085
11	0,933767983	2,223257102	79,76843795						
12	0,772236781	1,838659003	81,60709695						
13	0,73303441	1,745320024	83,35241698						
14	0,678429688	1,615308781	84,96772576						
15	0,606520031	1,444095312	86,41182107						
16	0,601925751	1,433156551	87,84497762						
17	0,521854583	1,242510913	89,08748853						
18	0,486056605	1,157277631	90,24476616						
19	0,461801914	1,099528366	91,34429453						
20	0,40135085	0,955597262	92,29989179						
21	0,36015923	0,857521977	93,15741377						
22	0,33905535	0,807274643	93,96468841						
23	0,327088034	0,778781034	94,74346945						
24	0,299215773	0,712418508	95,45588795						
25	0,254252689	0,605363545	96,0612515						
26	0,227670876	0,542073513	96,60332501						
27	0,199663102	0,475388338	97,07871335						
28	0,181887494	0,433065462	97,51177881						
29	0,170911603	0,406932388	97,9187112						
30	0,16173652	0,385086953	98,30379815						
31	0,123821801	0,294813813	98,59861197						
32	0,116182424	0,27662482	98,87523679						
33	0,113516007	0,270276207	99,14551299						
34	0,089733588	0,213651399	99,35916439						
35	0,072312563	0,172172769	99,53133716						
36	0,065497779	0,155947094	99,68728425						
37	0,05648846	0,134496333	99,82178059						
38	0,040966722	0,097539814	99,9193204						
39	0,019896587	0,047372827	99,96669323						
40	0,00716288	0,017054477	99,9837477						
41	0,004953236	0,01179342	99,99554112						
42	0,001872728	0,004458875	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C13
Varianza total explicada - Intrusivos neógenos

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	10,89126858	25,93159185	25,93159185	10,89126858	25,93159185	25,93159185	8,470881721	20,168766	20,168766
2	6,531320008	15,55076192	41,48235377	6,531320008	15,55076192	41,48235377	6,178695142	14,71117891	34,87994491
3	4,027477702	9,589232623	51,0715864	4,027477702	9,589232623	51,0715864	3,597399201	8,565236192	43,4451811
4	2,910215743	6,929085102	58,0006715	2,910215743	6,929085102	58,0006715	3,198064572	7,614439457	51,05962056
5	2,036215015	4,848130989	62,84880249	2,036215015	4,848130989	62,84880249	3,121747959	7,432733236	58,4923538
6	1,689848225	4,023448155	66,87225064	1,689848225	4,023448155	66,87225064	2,415380576	5,750906133	64,24325993
7	1,538199305	3,662379298	70,53462994	1,538199305	3,662379298	70,53462994	1,842097171	4,385945645	68,62920558
8	1,422895037	3,387845325	73,92247526	1,422895037	3,387845325	73,92247526	1,678284878	3,995916375	72,62512195
9	1,196092584	2,847839486	76,77031475	1,196092584	2,847839486	76,77031475	1,481423068	3,527197781	76,15231973
10	1,005972563	2,395172769	79,16548752	1,005972563	2,395172769	79,16548752	1,265530471	3,013167787	79,16548752
11	0,928273034	2,21017389	81,37566141						
12	0,86946887	2,070163977	83,44582539						
13	0,756038653	1,800092031	85,24591742						
14	0,711130746	1,693168442	86,93908586						
15	0,665730153	1,585071794	88,52415765						
16	0,590442032	1,405814362	89,92997201						
17	0,49324306	1,174388238	91,10436025						
18	0,399886328	0,952110305	92,05647056						
19	0,382401965	0,910480868	92,96695143						
20	0,349530119	0,83221457	93,79916599						
21	0,311183828	0,740913876	94,54007987						
22	0,292682557	0,696863231	95,2369431						
23	0,266439204	0,634379058	95,87132216						
24	0,241472688	0,574934971	96,44625713						
25	0,212716781	0,506468526	96,95272566						
26	0,186224904	0,443392629	97,39611829						
27	0,162777172	0,387564695	97,78368298						
28	0,152102686	0,362149252	98,14583223						
29	0,116501751	0,277385121	98,42321735						
30	0,104067998	0,247780948	98,6709983						
31	0,087925829	0,209347212	98,88034551						
32	0,07923494	0,18865462	99,06900013						
33	0,073168866	0,174211586	99,24321172						
34	0,072389462	0,172355862	99,41556758						
35	0,063965595	0,152299037	99,56786662						
36	0,045487071	0,10830255	99,67616917						
37	0,037930534	0,090310794	99,76647996						
38	0,035905366	0,085488967	99,85196893						
39	0,028485458	0,067822519	99,91979145						
40	0,016077373	0,03827946	99,95807091						
41	0,01247458	0,029701381	99,98777229						
42	0,005135639	0,012227711	100						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Cuadro C14
Parámetros estadísticos - Población 1 (sedimentarios clásticos jurásicos)

Elemento	Au	Cu	Zn	Ag	As	Bi	Cd	In	Pb	Sb	Te	W
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	Errática*
Muestras Totales	178,00	178,00	178	178,00	178,00	178,00	178,00	178,00	178,00	178,00	178,00	178,00
Muestras Procesadas	171,00	175,00	175	175,00	178,00	175,00	178,00	174,00	174,00	177,00	177,00	178,00
Valor Mínimo	2,50	7,00	23	0,01	0,50	0,01	0,01	0,01	1,70	0,03	0,03	0,05
Valor Máximo	7 260,00	4 835,00	7124	>10	1 930,00	194,80	26,70	1,74	701,10	1 176,00	12,70	2 017,00
Valor de Fondo	-	36,48	122,31	0,14	32,78	0,26	0,31	0,03	24,14	1,25	-	-
Umbral Geoquímico	-	141,60	403,40	1,24	534,26	3,27	3,03	0,11	97,87	30,31	-	-
P95	112,20		-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	41,88
Anomalías	15,00	11,00	11	12,00	6,00	8,00	5,00	6,00	7,00	7,00	9,00	8,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C15
Parámetros estadísticos - Población 2 (sedimentarios clásticos Cretácico)

Elemento	Au	Cu	Li	Mn	Zn	Ag	As	Bi	Cd	In	Mo	Pb	Sb	Te	W
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal
Muestras Totales	139,00	139,00	139	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00	139,00
Muestras Procesadas	118,00	139,00	135	135,00	138,00	137,00	139,00	136,00	138,00	139,00	136,00	136,00	137,00	139,00	139,00
Valor Mínimo	2,50	5,90	3	172,00	14,00	0,01	2,00	0,01	0,01	0,01	0,03	1,40	0,03	0,03	0,05
Valor Máximo	5 990,00	453,60	74	>10000	5 240,00	2,22	727,00	6,70	57,10	0,23	104,00	909,80	46,50	1,03	109,80
Valor de Fondo	-	46,83	14,94	621,73	141,66	0,18	25,77	0,41	0,37	0,03	1,98	25,19	1,94	-	0,62
Umbral Geoquímico	-	222,39	52,82	1 908,96	658,15	1,14	313,58	2,86	4,63	0,12	11,25	104,93	24,47	-	33,78
P95	92,40													0,40	
Anomalías	26,00	8,00	1	8,00	8,00	4,00	6,00	8,00	4,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C16
Parámetros estadísticos - Población 3 (sedimentarios carbonatados Cretácico)

Elemento	Au	Cu	Li	Mn	Zn	Ag	As	Be	Co	Cs	In	Ni	Pb	Sb
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal
Muestras Totales	47,00	47,00	47	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00
Muestras Procesadas	44,00	47,00	47	47,00	47,00	47,00	47,00	46,00	46,00	47,00	47,00	46,00	46,00	47,00
Valor Mínimo	2,50	3,30	4	76,00	13,00	0,01	0,50	0,20	1,30	0,44	0,01	0,25	6,40	0,03
Valor Máximo	154,00	70,80	27	1 411,00	536,00	1,77	218,00	1,70	33,80	18,00	0,12	67,10	215,20	22,50
Valor de Fondo		12,86	10,97	372,83	60,34	0,04		0,69	8,74	3,20		15,51	18,48	0,46
Umbral Geoquímico		51,58	25,97	1 319,37	343,82	0,78		1,40	32,75	16,61		58,38	67,91	8,90
P95	13,25						173,90				0,06			
Anomalías	5,00	3,00	1	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	2,00	3,00	1,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C17
Parámetros estadísticos - Población 4 (volcánicos paleógeno-neógenos)

Elemento	Au	Cu	Zn	Ag	As	Cd	In	Mo	Ni	Pb	Sb	Te	W
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	Errática*
Muestras Totales	264,00	264,00	264	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00	264,00
Muestras Procesadas	247,00	244,00	244	255,00	264,00	259,00	264,00	262,00	263,00	238,00	261,00	264,00	264,00
Valor Mínimo	2,50	9,00	40	0,01	0,50	0,01	0,01	0,08	0,25	0,80	0,03	0,03	0,05
Valor Máximo	1 805,00	7 786,00	5912	>10	863,00	41,20	1,65	625,90	241,40	948,80	77,90	4,05	99,30
Valor de Fondo		29,88	87,8	0,06	20,35	0,28		1,26	10,87	21,94	1,35		
Umbral Geoquímico		71,15	164,8	0,76	204,54	2,28		7,77	61,80	63,17	14,03		
P95	48,00						0,38					0,71	12,92
Anomalías	25,00	28,00	33	21,00	21,00	17,00	14,00	9,00	6,00	29,00	24,00	13,00	14,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C18
Parámetros estadísticos - Población 5 (intrusivos Cretácico-paleógenos)

Elemento	Au	Cu	Li	Mn	Zn	Ag	As	Bi	Cd	Co	In	Mo	Pb	Sb	Te
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	LogNormal	LogNormal	Normal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*
Muestras Totales	176,00	176,00	176	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00	176,00
Muestras Procesadas	158,00	174,00	172	170,00	172,00	176,00	176,00	174,00	172,00	166,00	167,00	176,00	164,00	175,00	171,00
Valor Mínimo	2,50	10,70	2	110,00	14,00	0,01	2,00	0,01	0,01	0,90	0,01	0,25	1,80	0,03	0,03
Valor Máximo	1 710,00	677,50	37	2 222,00	728,00	3,36	416,00	7,00	4,03	46,40	0,18	12,50	915,00	22,40	3,63
Valor de Fondo	7,45	54,98	14,4	662,27	92,16	0,12	19,82	0,44	0,45	12,58		1,91	25,03	1,23	
Umbral Geoquímico	33,63	133,80	29,9	1 125,20	173,91	0,86	164,99	2,23	1,98	23,90		6,17	59,59	9,87	
P95											0,07				0,26
Anomalías	24,00	7,00	4	13,00	8,00	8,00	14,00	5,00	6,00	8,00	12,00	5,00	13,00	12,00	18,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C19
Parámetros estadísticos - Población 6 (intrusivos neógenos)

Elemento	Au	Cu	Mn	Zn	Ag	As	Bi	Cd	In	Pb	Sb	Sn	Te
Unidades	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Distribución	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*	LogNormal	LogNormal	LogNormal	Errática*
Muestras Totales	96,00	96,00	96	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00	96,00
Muestras Procesadas	76,00	91,00	95	89,00	92,00	94,00	86,00	93,00	85,00	87,00	91,00	83,00	86,00
Valor Mínimo	2,50	3,60	62	19,00	0,01	1,00	0,01	0,01	0,01	1,70	0,11	0,15	0,03
Valor Máximo	199,00	>10000	6778	>10000	15,00	>10000	4 848,00	183,50	9,81	>10000	>10000	12,80	154,10
Valor de Fondo		23,42	468	90,09	0,07	32,91	0,36	0,48		21,24	0,93	0,83	
Umbral Geoquímico		168,47	2106	385,93	1,36	474,28	1,76	6,05		94,72	9,83	2,47	
P95	24,15								0,06				0,13
Anomalías	23,00	10,00	7	10,00	9,00	7,00	13,00	5,00	14,00	12,00	8,00	4,00	13,00

(*) Para este tipo de distribuciones se realizó un tratamiento estadístico no paramétrico, donde el umbral geoquímico es igual al percentil 95

Cuadro C20

Matriz de correlaciones*- Población 1 (sedimentarios clásticos jurásicos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf
Ln_Au	1	0,040	0,043	0,378	0,126	0,108	0,213	0,170	0,118	0,269	0,019	0,533	0,263	0,109	0,261	0,275	0,209	0,149	0,171	0,145	0,053
Ln_Ba	0,040	1	-0,207	-0,072	-0,117	0,319	-0,095	0,517	-0,204	0,138	0,186	-0,109	-0,201	0,126	-0,210	0,104	-0,082	-0,110	-0,125	-0,183	0,349
Ln_Cr	0,043	-0,207	1	0,152	0,413	0,101	0,295	0,145	0,527	0,115	0,110	0,135	0,200	0,013	0,264	0,069	0,182	0,218	0,002	0,294	-0,054
Ln_Cu	0,378	-0,072	0,152	1	0,236	0,214	0,312	0,075	0,212	0,692	0,003	0,781	0,453	0,234	0,611	0,486	0,131	0,229	0,278	0,151	-0,190
Ln_Li	0,126	-0,117	0,413	0,236	1	0,288	0,683	0,427	0,329	0,308	0,045	0,112	0,237	0,134	0,317	0,315	0,522	0,234	0,242	0,544	-0,094
Ln_Mn	0,108	0,319	0,101	0,214	0,288	1	0,168	0,425	0,070	0,551	0,126	0,160	0,132	0,294	0,084	0,346	0,135	0,317	0,112	0,096	-0,033
Ln_P	0,213	-0,095	0,295	0,312	0,683	0,168	1	0,538	0,423	0,256	0,100	0,261	0,324	0,027	0,328	0,296	0,447	0,146	0,252	0,415	-0,140
Ln_Sr	0,170	0,517	0,145	0,075	0,427	0,425	0,538	1	0,226	0,262	0,346	0,035	0,029	0,141	0,062	0,220	0,250	0,070	0,064	0,164	0,142
Ln_V	0,118	-0,204	0,527	0,212	0,329	0,070	0,423	0,226	1	0,160	0,270	0,255	0,233	-0,144	0,291	0,069	0,060	0,076	-0,054	0,272	-0,092
Ln_Zn	0,269	0,138	0,115	0,692	0,308	0,551	0,256	0,262	0,160	1	0,036	0,632	0,429	0,317	0,502	0,621	0,228	0,245	0,316	0,208	-0,119
Ln_Zr	0,019	0,186	0,110	0,003	0,045	0,126	0,100	0,346	0,270	0,036	1	0,040	-0,191	-0,027	-0,135	-0,069	-0,092	-0,143	-0,221	-0,115	0,237
Ln_Ag	0,533	-0,109	0,135	0,781	0,112	0,160	0,261	0,035	0,255	0,632	0,040	1	0,497	0,185	0,570	0,443	0,190	0,165	0,283	0,158	-0,178
Ln_As	0,263	-0,201	0,200	0,453	0,237	0,132	0,324	0,029	0,233	0,429	-0,191	0,497	1	0,266	0,691	0,576	0,294	0,425	0,577	0,322	-0,420
Ln_Be	0,109	0,126	0,013	0,234	0,134	0,294	0,027	0,141	-0,144	0,317	-0,027	0,185	0,266	1	0,262	0,422	0,280	0,657	0,562	0,296	-0,023
Ln_Bi	0,261	-0,210	0,264	0,611	0,317	0,084	0,328	0,062	0,291	0,502	-0,135	0,570	0,691	0,262	1	0,575	0,347	0,415	0,466	0,428	-0,331
Ln_Cd	0,275	0,104	0,069	0,486	0,315	0,346	0,296	0,220	0,069	0,621	-0,069	0,443	0,576	0,422	0,575	1	0,368	0,510	0,485	0,349	-0,149
Ln_Ce	0,209	-0,082	0,182	0,131	0,522	0,135	0,447	0,250	0,060	0,228	-0,092	0,190	0,294	0,280	0,347	0,368	1	0,252	0,527	0,795	0,059
Ln_Co	0,149	-0,110	0,218	0,229	0,234	0,317	0,146	0,070	0,076	0,245	-0,143	0,165	0,425	0,657	0,415	0,510	0,252	1	0,479	0,390	-0,231
Ln_Cs	0,171	-0,125	0,002	0,278	0,242	0,112	0,252	0,064	-0,054	0,316	-0,221	0,283	0,577	0,562	0,466	0,485	0,527	0,479	1	0,450	-0,212
Ln_Ga	0,145	-0,183	0,294	0,151	0,544	0,096	0,415	0,164	0,272	0,208	-0,115	0,158	0,322	0,296	0,428	0,349	0,795	0,390	0,450	1	0,009
Ln_Hf	0,053	0,349	-0,054	-0,190	-0,094	-0,033	-0,140	0,142	-0,092	-0,119	0,237	-0,178	-0,420	-0,023	-0,331	-0,149	0,059	-0,231	-0,212	0,009	1
Ln_Hg	-0,076	-0,066	0,181	-0,177	-0,114	-0,148	0,039	-0,083	0,006	-0,257	-0,098	-0,084	-0,081	0,018	-0,110	-0,171	-0,072	0,017	-0,032	-0,089	0,053
Ln_In	0,178	-0,108	0,112	0,559	0,170	0,151	0,147	-0,044	0,090	0,527	-0,131	0,509	0,597	0,376	0,723	0,567	0,148	0,433	0,377	0,157	-0,285
Ln_La	0,182	-0,133	0,254	0,125	0,533	0,120	0,464	0,244	0,209	0,210	-0,076	0,190	0,300	0,185	0,394	0,368	0,963	0,240	0,459	0,811	0,021
Ln_Lu	0,104	0,258	0,056	0,031	0,283	0,234	0,155	0,313	-0,034	0,239	0,123	0,025	0,032	0,456	0,073	0,380	0,586	0,394	0,325	0,573	0,396
Ln_Mo	0,099	-0,253	0,287	0,289	0,393	0,105	0,361	0,059	0,329	0,290	-0,148	0,288	0,562	-0,032	0,462	0,362	0,332	0,193	0,220	0,408	-0,443
Ln_Nb	0,025	0,076	0,158	0,086	0,308	0,153	0,162	0,254	0,173	0,234	0,024	0,098	0,109	0,029	0,164	0,242	0,440	-0,044	0,142	0,469	0,182
Ln_Ni	0,070	-0,207	0,465	0,186	0,272	0,247	0,186	0,046	0,236	0,218	-0,062	0,173	0,329	0,271	0,341	0,388	0,204	0,642	0,273	0,322	-0,227
Ln_Pb	0,299	-0,071	0,138	0,556	0,265	0,254	0,266	0,101	0,125	0,552	-0,142	0,568	0,756	0,479	0,726	0,702	0,319	0,498	0,666	0,310	-0,294
Ln_Rb	0,008	0,182	-0,091	0,072	0,249	0,141	0,133	0,258	-0,074	0,214	-0,143	0,079	0,115	0,499	0,217	0,332	0,523	0,273	0,526	0,629	0,144
Ln_Sb	0,302	-0,132	0,178	0,605	0,278	0,107	0,395	0,131	0,231	0,480	-0,133	0,633	0,834	0,245	0,778	0,539	0,298	0,340	0,512	0,295	-0,333
Ln_Sc	0,104	-0,096	0,068	0,110	0,141	0,014	0,037	-0,073	-0,069	0,099	-0,181	0,055	0,312	0,678	0,260	0,265	0,364	0,685	0,617	0,484	-0,026
Ln_Sn	0,175	0,263	0,241	0,073	0,027	0,181	-0,004	0,240	0,315	0,209	0,252	0,141	0,019	0,025	0,196	0,246	0,013	0,016	-0,118	0,149	0,211
Ln_Ta	-0,080	0,072	0,085	-0,099	0,049	0,007	0,011	0,057	-0,158	0,056	-0,161	-0,098	0,024	0,074	-0,010	0,084	-0,020	0,120	0,035	-0,063	0,000
Ln_Tb	0,158	0,000	0,134	0,093	0,386	0,195	0,268	0,194	-0,008	0,234	-0,048	0,090	0,211	0,601	0,272	0,392	0,765	0,533	0,634	0,712	0,143
Ln_Te	0,151	-0,037	0,088	0,507	0,189	0,056	0,183	0,025	-0,002	0,444	-0,202	0,419	0,611	0,134	0,634	0,474	0,241	0,302	0,329	0,273	-0,192
Ln_Th	0,105	-0,175	0,194	0,083	0,523	0,071	0,372	0,163	0,188	0,178	-0,107	0,099	0,226	0,195	0,356	0,245	0,793	0,174	0,424	0,753	-0,039
Ln_Tl	-0,242	-0,017	-0,066	-0,033	0,183	0,076	0,077	0,037	-0,093	0,123	-0,251	-0,025	0,148	0,225	0,145	0,214	0,246	0,176	0,286	0,322	0,116
Ln_U	0,055	0,010	-0,029	0,059	0,391	0,175	0,233	0,214	0,059	0,221	0,006	0,068	0,060	0,124	0,150	0,315	0,627	-0,027	0,285	0,561	0,115
Ln_W	0,370	-0,119	0,153	0,593	0,239	0,135	0,236	0,050	0,204	0,465	-0,168	0,578	0,597	0,049	0,728	0,488	0,283	0,225	0,280	0,324	-0,282
Ln_Y	0,097	0,198	0,054	0,016	0,282	0,194	0,161	0,284	-0,031	0,206	0,066	0,012	0,054	0,555	0,115	0,384	0,639	0,456	0,493	0,615	0,339
Ln_Yb	0,129	0,218	0,068	0,034	0,305	0,220	0,183	0,312	0,021	0,250	0,135	0,044	0,040	0,437	0,088	0,390	0,606	0,398	0,329	0,589	0,381

* Determinante = 3.22E-021

….continuación

	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni	Ln_Pb	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	-0,076	0,178	0,182	0,104	0,099	0,025	0,070	0,299	0,008	0,302	0,104	0,175	-0,080	0,158	0,151	0,105	-0,242	0,055	0,370	0,097	0,129
Ln_Ba	-0,066	-0,108	-0,133	0,258	-0,253	0,076	-0,207	-0,071	0,182	-0,132	-0,096	0,263	0,072	0,000	-0,037	-0,175	-0,017	0,010	-0,119	0,198	0,218
Ln_Cr	0,181	0,112	0,254	0,056	0,287	0,158	0,465	0,138	-0,091	0,178	0,068	0,241	0,085	0,134	0,088	0,194	-0,066	-0,029	0,153	0,054	0,068
Ln_Cu	-0,177	0,559	0,125	0,031	0,289	0,086	0,186	0,556	0,072	0,605	0,110	0,073	-0,099	0,093	0,507	0,083	-0,033	0,059	0,593	0,016	0,034
Ln_Li	-0,114	0,170	0,533	0,283	0,393	0,308	0,272	0,265	0,249	0,278	0,141	0,027	0,049	0,386	0,189	0,523	0,183	0,391	0,239	0,282	0,305
Ln_Mn	-0,148	0,151	0,120	0,234	0,105	0,153	0,247	0,254	0,141	0,107	0,014	0,181	0,007	0,195	0,056	0,071	0,076	0,175	0,135	0,194	0,220
Ln_P	0,039	0,147	0,464	0,155	0,361	0,162	0,186	0,266	0,133	0,395	0,037	-0,004	0,011	0,268	0,183	0,372	0,077	0,233	0,236	0,161	0,183
Ln_Sr	-0,083	-0,044	0,244	0,313	0,059	0,254	0,046	0,101	0,258	0,131	-0,073	0,240	0,057	0,194	0,025	0,163	0,037	0,214	0,050	0,284	0,312
Ln_V	0,006	0,090	0,209	-0,034	0,329	0,173	0,236	0,125	-0,074	0,231	-0,069	0,315	-0,158	-0,008	-0,002	0,188	-0,093	0,059	0,204	-0,031	0,021
Ln_Zn	-0,257	0,527	0,210	0,239	0,290	0,234	0,218	0,552	0,214	0,480	0,099	0,209	0,056	0,234	0,444	0,178	0,123	0,221	0,465	0,206	0,250
Ln_Zr	-0,098	-0,131	-0,076	0,123	-0,148	0,024	-0,062	-0,142	-0,143	-0,133	-0,181	0,252	-0,161	-0,048	-0,202	-0,107	-0,251	0,006	-0,168	0,066	0,135
Ln_Ag	-0,084	0,509	0,190	0,025	0,288	0,098	0,173	0,568	0,079	0,633	0,055	0,141	-0,098	0,090	0,419	0,099	-0,025	0,068	0,578	0,012	0,044
Ln_As	-0,081	0,597	0,300	0,032	0,562	0,109	0,329	0,756	0,115	0,834	0,312	0,019	0,024	0,211	0,611	0,226	0,148	0,060	0,597	0,054	0,040
Ln_Be	0,018	0,376	0,185	0,456	-0,032	0,029	0,271	0,479	0,499	0,245	0,678	0,025	0,074	0,601	0,134	0,195	0,225	0,124	0,049	0,555	0,437
Ln_Bi	-0,110	0,723	0,394	0,073	0,462	0,164	0,341	0,726	0,217	0,778	0,260	0,196	-0,010	0,272	0,634	0,356	0,145	0,150	0,728	0,115	0,088
Ln_Cd	-0,171	0,567	0,368	0,380	0,362	0,242	0,388	0,702	0,332	0,539	0,265	0,246	0,084	0,392	0,474	0,245	0,214	0,315	0,488	0,384	0,390
Ln_Ce	-0,072	0,148	0,963	0,586	0,332	0,440	0,204	0,319	0,523	0,298	0,364	0,013	-0,020	0,765	0,241	0,793	0,246	0,627	0,283	0,639	0,606
Ln_Co	0,017	0,433	0,240	0,394	0,193	-0,044	0,642	0,498	0,273	0,340	0,685	0,016	0,120	0,533	0,302	0,174	0,176	-0,027	0,225	0,456	0,398
Ln_Cs	-0,032	0,377	0,459	0,325	0,220	0,142	0,273	0,666	0,526	0,512	0,617	-0,118	0,035	0,634	0,329	0,424	0,286	0,285	0,280	0,493	0,329
Ln_Ga	-0,089	0,157	0,811	0,573	0,408	0,469	0,322	0,310	0,629	0,295	0,484	0,149	-0,063	0,712	0,273	0,753	0,322	0,561	0,324	0,615	0,589
Ln_Hf	0,053	-0,285	0,021	0,396	-0,443	0,182	-0,227	-0,294	0,144	-0,333	-0,026	0,211	0,000	0,143	-0,192	-0,039	0,116	0,115	-0,282	0,339	0,381
Ln_Hg	1	0,003	-0,071	-0,082	-0,198	-0,239	0,123	-0,082	-0,126	-0,091	0,135	0,030	0,068	0,008	-0,134	-0,162	-0,007	-0,219	-0,204	-0,025	-0,096
Ln_In	0,003	1	0,140	-0,013	0,243	-0,081	0,280	0,766	0,043	0,675	0,319	0,166	0,012	0,181	0,499	0,159	0,045	-0,031	0,453	0,016	-0,009
Ln_La	-0,071	0,140	1	0,523	0,383	0,461	0,241	0,298	0,478	0,313	0,286	0,108	-0,061	0,690	0,216	0,809	0,245	0,623	0,319	0,573	0,552
Ln_Lu	-0,082	-0,013	0,523	1	0,029	0,407	0,234	0,146	0,598	-0,035	0,502	0,192	-0,016	0,779	0,150	0,443	0,271	0,487	0,050	0,927	0,973
Ln_Mo	-0,198	0,243	0,383	0,029	1	0,401	0,372	0,289	0,124	0,473	-0,029	0,029	0,011	0,081	0,386	0,379	0,140	0,353	0,504	-0,023	0,063
Ln_Nb	-0,239	-0,081	0,461	0,407	0,401	1	0,143	-0,002	0,535	0,054	-0,108	0,234	0,007	0,203	0,128	0,470	0,348	0,673	0,302	0,314	0,418
Ln_Ni	0,123	0,280	0,241	0,234	0,372	0,143	1	0,315	0,061	0,258	0,334	0,186	0,085	0,327	0,234	0,119	0,146	0,002	0,209	0,257	0,260
Ln_Pb	-0,082	0,766	0,298	0,146	0,289	-0,002	0,315	1	0,211	0,802	0,458	0,162	-0,034	0,401	0,495	0,259	0,141	0,071	0,493	0,239	0,158
Ln_Rb	-0,126	0,043	0,478	0,598	0,124	0,535	0,061	0,211	1	0,084	0,449	0,122	0,014	0,585	0,163	0,493	0,547	0,571	0,144	0,666	0,589
Ln_Sb	-0,091	0,675	0,313	-0,035	0,473	0,054	0,258	0,802	0,084	1	0,240	0,049	-0,049	0,185	0,632	0,201	0,122	0,012	0,614	0,010	-0,027
Ln_Sc	0,135	0,319	0,286	0,502	-0,029	-0,108	0,334	0,458	0,449	0,240	1	-0,064	0,023	0,743	0,260	0,252	0,197	-0,007	0,030	0,652	0,494
Ln_Sn	0,030	0,166	0,108	0,192	0,029	0,234	0,186	0,162	0,122	0,049	-0,064	1	-0,198	0,015	0,020	0,092	-0,077	0,129	0,184	0,152	0,207
Ln_Ta	0,068	0,012	-0,061	-0,016	0,011	0,007	0,085	-0,034	0,014	-0,049	0,023	-0,198	1	0,010	0,112	-0,051	0,142	-0,095	-0,100	-0,009	-0,049
Ln_Tb	0,008	0,181	0,690	0,779	0,081	0,203	0,327	0,401	0,585	0,185	0,743	0,015	0,010	1	0,167	0,605	0,229	0,415	0,075	0,905	0,783
Ln_Te	-0,134	0,499	0,216	0,150	0,386	0,128	0,234	0,495	0,163	0,632	0,260	0,020	0,112	0,167	1	0,079	0,197	0,028	0,617	0,109	0,137
Ln_Th	-0,162	0,159	0,809	0,443	0,379	0,470	0,119	0,259	0,493	0,201	0,252	0,092	-0,051	0,605	0,079	1	0,229	0,726	0,292	0,485	0,459
Ln_Tl	-0,007	0,045	0,245	0,271	0,140	0,348	0,146	0,141	0,547	0,122	0,197	-0,077	0,142	0,229	0,197	0,229	1	0,273	0,064	0,295	0,282
Ln_U	-0,219	-0,031	0,623	0,487	0,353	0,673	0,002	0,071	0,571	0,012	-0,007	0,129	-0,095	0,415	0,028	0,726	0,273	1	0,272	0,466	0,504
Ln_W	-0,204	0,453	0,319	0,050	0,504	0,302	0,209	0,493	0,144	0,614	0,030	0,184	-0,100	0,075	0,617	0,292	0,064	0,272	1	0,009	0,068
Ln_Y	-0,025	0,016	0,573	0,927	-0,023	0,314	0,257	0,239	0,666	0,010	0,652	0,152	-0,009	0,905	0,109	0,485	0,295	0,466	0,009	1	0,921
Ln_Yb	-0,096	-0,009	0,552	0,973	0,063	0,418	0,260	0,158	0,589	-0,027	0,494	0,207	-0,049	0,783	0,137	0,459	0,282	0,504	0,068	0,921	1

Cuadro C21

Matriz de correlaciones* - Población 2 (sedimentarios clásticos cretáceos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb
Ln_Au	1	-0,152	0,001	0,293	-0,090	-0,238	-0,071	-0,359	0,191	0,198	0,000	0,519	0,277	-0,104	0,281	0,118	-0,164	0,054	-0,056	-0,122	-0,138	0,030	0,312	-0,142	-0,156	0,168	-0,103
Ln_Ba	-0,152	1	0,142	-0,131	0,180	0,345	0,146	0,322	0,026	0,003	0,318	-0,162	-0,021	0,160	0,036	0,087	0,059	0,141	0,109	0,111	0,086	0,060	0,089	0,044	0,168	-0,107	-0,007
Ln_Cr	0,001	0,142	1	0,056	0,314	0,094	0,155	0,220	0,487	-0,099	0,209	-0,054	-0,032	0,043	0,291	0,018	0,148	0,147	-0,019	0,339	0,261	0,167	0,057	0,217	0,240	0,180	0,182
Ln_Cu	0,293	-0,131	0,056	1	0,240	0,254	0,423	0,188	0,468	0,567	0,114	0,553	0,082	-0,076	0,180	0,098	0,052	-0,031	-0,089	0,117	-0,058	-0,227	0,006	0,155	0,051	0,337	0,237
Ln_Li	-0,090	0,180	0,314	0,240	1	0,514	0,470	0,322	0,334	0,315	-0,019	0,087	0,198	0,205	0,245	0,214	0,213	0,288	0,104	0,272	0,056	-0,206	0,142	0,273	0,292	0,347	0,294
Ln_Mn	-0,238	0,345	0,094	0,254	0,514	1	0,381	0,419	0,323	0,601	0,257	0,146	0,125	0,296	0,050	0,309	0,187	0,332	0,067	0,172	0,057	-0,159	-0,014	0,240	0,324	0,237	0,266
Ln_P	-0,071	0,146	0,155	0,423	0,470	0,381	1	0,597	0,528	0,330	0,272	0,189	-0,066	0,066	-0,079	0,034	0,189	0,037	0,058	0,221	0,139	-0,142	-0,068	0,270	0,295	0,133	0,338
Ln_Sr	-0,359	0,322	0,220	0,188	0,322	0,419	0,597	1	0,354	0,100	0,432	-0,048	-0,178	0,097	-0,071	0,005	0,293	-0,038	0,123	0,270	0,282	-0,085	-0,228	0,330	0,403	-0,106	0,453
Ln_V	0,191	0,026	0,487	0,468	0,334	0,323	0,528	0,354	1	0,267	0,487	0,254	-0,039	-0,033	0,192	0,088	0,065	0,095	-0,165	0,320	0,198	-0,035	0,084	0,210	0,307	0,289	0,326
Ln_Zn	0,198	0,003	-0,099	0,567	0,315	0,601	0,330	0,100	0,267	1	0,047	0,589	0,273	0,036	0,095	0,350	-0,024	0,145	-0,026	-0,092	-0,128	-0,193	0,056	0,039	-0,025	0,303	0,112
Ln_Zr	0,000	0,318	0,209	0,114	-0,019	0,257	0,272	0,432	0,487	0,047	1	0,016	-0,176	-0,026	0,019	0,004	0,120	-0,027	-0,043	0,177	0,355	0,070	-0,046	0,170	0,337	-0,079	0,204
Ln_Ag	0,519	-0,162	-0,054	0,553	0,087	0,146	0,189	-0,048	0,254	0,589	0,016	1	0,205	-0,064	0,136	0,127	-0,083	0,006	-0,058	-0,104	-0,137	-0,085	0,050	-0,054	-0,162	0,193	0,098
Ln_As	0,277	-0,021	-0,032	0,082	0,198	0,125	-0,066	-0,178	-0,039	0,273	-0,176	0,205	1	0,288	0,559	0,690	0,295	0,538	0,438	0,111	-0,327	-0,026	0,658	0,277	-0,007	0,449	-0,013
Ln_Be	-0,104	0,160	0,043	-0,076	0,205	0,296	0,066	0,097	-0,033	0,036	-0,026	-0,064	0,288	1	0,309	0,566	0,600	0,730	0,662	0,503	0,019	0,237	0,429	0,492	0,519	0,012	0,227
Ln_Bi	0,281	0,036	0,291	0,180	0,245	0,050	-0,079	-0,071	0,192	0,095	0,019	0,136	0,559	0,309	1	0,482	0,293	0,467	0,318	0,358	-0,058	0,015	0,608	0,273	0,249	0,403	0,168
Ln_Cd	0,118	0,087	0,018	0,098	0,214	0,309	0,034	0,005	0,088	0,350	0,004	0,127	0,690	0,566	0,482	1	0,442	0,650	0,587	0,328	-0,180	0,092	0,574	0,412	0,295	0,329	0,189
Ln_Ce	-0,164	0,059	0,148	0,052	0,213	0,187	0,189	0,293	0,065	-0,024	0,120	-0,083	0,295	0,600	0,293	0,442	1	0,550	0,716	0,772	0,213	0,095	0,235	0,966	0,694	0,111	0,495
Ln_Co	0,054	0,141	0,147	-0,031	0,288	0,332	0,037	-0,038	0,095	0,145	-0,027	0,006	0,538	0,730	0,467	0,650	0,550	1	0,601	0,513	0,050	0,125	0,558	0,492	0,511	0,225	0,093
Ln_Cs	-0,056	0,109	-0,019	-0,089	0,104	0,067	0,058	0,123	-0,165	-0,026	-0,043	-0,058	0,438	0,662	0,318	0,587	0,716	0,601	1	0,524	-0,072	0,227	0,397	0,616	0,403	-0,023	0,259
Ln_Ga	-0,122	0,111	0,339	0,117	0,272	0,172	0,221	0,270	0,320	-0,092	0,177	-0,104	0,111	0,503	0,358	0,328	0,772	0,513	0,524	1	0,363	0,024	0,226	0,783	0,757	0,142	0,533
Ln_Hf	-0,138	0,086	0,261	-0,058	0,056	0,057	0,139	0,282	0,198	-0,128	0,355	-0,137	-0,327	0,019	-0,058	-0,180	0,213	0,050	-0,072	0,363	1	-0,010	-0,186	0,244	0,510	-0,092	0,277
Ln_Hg	0,030	0,060	0,167	-0,227	-0,206	-0,159	-0,142	-0,085	-0,035	-0,193	0,070	-0,085	-0,026	0,237	0,015	0,092	0,095	0,125	0,227	0,024	-0,010	1	0,213	0,043	-0,003	-0,214	-0,126
Ln_In	0,312	0,089	0,057	0,006	0,142	-0,014	-0,068	-0,228	0,084	0,056	-0,046	0,050	0,658	0,429	0,608	0,574	0,235	0,558	0,397	0,226	-0,186	0,213	1	0,187	0,130	0,288	-0,161
Ln_La	-0,142	0,044	0,217	0,155	0,273	0,240	0,270	0,330	0,210	0,039	0,170	-0,054	0,277	0,492	0,273	0,412	0,966	0,492	0,616	0,783	0,244	0,043	0,187	1	0,686	0,187	0,518
Ln_Lu	-0,156	0,168	0,240	0,051	0,292	0,324	0,295	0,403	0,307	-0,025	0,337	-0,162	-0,007	0,519	0,249	0,295	0,694	0,511	0,403	0,757	0,510	-0,003	0,130	0,686	1	0,097	0,576
Ln_Mo	0,168	-0,107	0,180	0,337	0,347	0,237	0,133	-0,106	0,289	0,303	-0,079	0,193	0,449	0,012	0,403	0,329	0,111	0,225	-0,023	0,142	-0,092	-0,214	0,288	0,187	0,097	1	0,197
Ln_Nb	-0,103	-0,007	0,182	0,237	0,294	0,266	0,338	0,453	0,326	0,112	0,204	0,098	-0,013	0,227	0,168	0,189	0,495	0,093	0,259	0,533	0,277	-0,126	-0,161	0,518	0,576	0,197	1
Ln_Ni	0,150	0,089	0,388	0,198	0,397	0,315	0,128	0,013	0,331	0,270	-0,061	0,163	0,492	0,463	0,453	0,554	0,277	0,732	0,303	0,342	-0,065	0,072	0,494	0,295	0,296	0,421	0,069
Ln_Pb	0,158	0,140	0,097	-0,033	0,136	0,078	-0,071	-0,056	-0,028	0,082	-0,026	0,102	0,746	0,468	0,610	0,696	0,364	0,612	0,542	0,265	-0,123	0,199	0,735	0,285	0,198	0,177	0,013
Ln_Rb	-0,207	0,134	0,099	0,117	0,186	0,210	0,271	0,438	0,115	-0,048	0,164	-0,044	-0,058	0,464	0,144	0,182	0,668	0,254	0,544	0,683	0,325	-0,074	-0,016	0,625	0,713	-0,006	0,670
Ln_Sb	0,280	-0,015	0,134	0,026	0,114	-0,128	-0,050	-0,191	-0,041	0,069	-0,094	0,153	0,743	0,216	0,581	0,526	0,271	0,381	0,422	0,123	-0,212	0,158	0,616	0,263	-0,077	0,192	-0,186
Ln_Sc	-0,058	0,140	0,318	-0,086	0,197	0,048	0,119	0,114	0,132	-0,161	0,081	-0,164	0,160	0,642	0,371	0,343	0,651	0,690	0,603	0,781	0,361	0,195	0,423	0,578	0,700	-0,023	0,248
Ln_Sn	0,159	0,059	0,433	0,238	0,076	0,092	0,013	0,140	0,537	0,014	0,378	0,014	0,131	0,150	0,429	0,257	0,276	0,222	0,122	0,516	0,316	0,147	0,283	0,344	0,477	0,249	0,373
Ln_Ta	0,098	0,056	0,035	-0,073	0,077	0,030	0,122	0,046	0,035	-0,055	-0,007	0,009	0,086	0,089	0,095	0,070	-0,013	0,149	0,059	0,083	0,061	-0,008	0,111	-0,039	0,021	-0,030	0,045
Ln_Tb	-0,145	0,098	0,197	-0,053	0,230	0,193	0,180	0,229	0,109	-0,089	0,112	-0,168	0,174	0,741	0,329	0,423	0,857	0,713	0,685	0,796	0,299	0,163	0,302	0,795	0,822	0,028	0,395
Ln_Te	0,250	-0,087	0,282	0,177	0,276	-0,018	0,076	-0,041	0,160	0,086	-0,079	0,140	0,465	0,158	0,575	0,317	0,157	0,412	0,189	0,278	0,094	-0,069	0,442	0,184	0,207	0,406	0,114
Ln_Th	-0,050	-0,090	0,248	0,072	0,218	0,088	0,184	0,256	0,204	-0,083	0,079	-0,043	0,190	0,340	0,306	0,273	0,772	0,307	0,539	0,678	0,132	-0,093	0,089	0,762	0,642	0,210	0,622
Ln_Tl	-0,346	0,238	0,006	-0,009	0,320	0,301	0,377	0,495	-0,013	0,033	0,100	-0,053	0,070	0,359	0,042	0,209	0,363	0,168	0,446	0,298	0,133	-0,002	0,009	0,322	0,419	-0,014	0,528
Ln_U	-0,072	0,004	0,108	0,248	0,234	0,227	0,256	0,360	0,258	0,055	0,151	0,042	0,123	0,269	0,245	0,280	0,645	0,213	0,450	0,597	0,094	-0,173	-0,001	0,649	0,645	0,225	0,732
Ln_W	0,384	-0,230	0,063	0,305	0,123	0,008	-0,094	-0,189	0,135	0,268	-0,175	0,335	0,468	-0,118	0,484	0,272	-0,071	0,070	-0,086	-0,110	-0,272	-0,298	0,242	-0,028	-0,152	0,459	0,091
Ln_Y	-0,166	0,136	0,233	0,061	0,307	0,295	0,286	0,398	0,258	-0,020	0,267	-0,123	0,058	0,649	0,298	0,385	0,796	0,604	0,556	0,816	0,444	0,046	0,170	0,766	0,951	0,054	0,578
Ln_Yb	-0,149	0,166	0,227	0,083	0,302	0,341	0,307	0,427	0,330	0,004	0,352	-0,137	0,012	0,506	0,242	0,301	0,682	0,495	0,395	0,754	0,504	-0,018	0,121	0,684	0,987	0,114	0,600

(a) Determinante = 2.82E-023

….continuación

	Ln_Ni	Ln_Pb	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	0,150	0,158	-0,207	0,280	-0,058	0,159	0,098	-0,145	0,250	-0,050	-0,346	-0,072	0,384	-0,166	-0,149
Ln_Ba	0,089	0,140	0,134	-0,015	0,140	0,059	0,056	0,098	-0,087	-0,090	0,238	0,004	-0,230	0,136	0,166
Ln_Cr	0,388	0,097	0,099	0,134	0,318	0,433	0,035	0,197	0,282	0,248	0,006	0,108	0,063	0,233	0,227
Ln_Cu	0,198	-0,033	0,117	0,026	-0,086	0,238	-0,073	-0,053	0,177	0,072	-0,009	0,248	0,305	0,061	0,083
Ln_Li	0,397	0,136	0,186	0,114	0,197	0,076	0,077	0,230	0,276	0,218	0,320	0,234	0,123	0,307	0,302
Ln_Mn	0,315	0,078	0,210	-0,128	0,048	0,092	0,030	0,193	-0,018	0,088	0,301	0,227	0,008	0,295	0,341
Ln_P	0,128	-0,071	0,271	-0,050	0,119	0,013	0,122	0,180	0,076	0,184	0,377	0,256	-0,094	0,286	0,307
Ln_Sr	0,013	-0,056	0,438	-0,191	0,114	0,140	0,046	0,229	-0,041	0,256	0,495	0,360	-0,189	0,398	0,427
Ln_V	0,331	-0,028	0,115	-0,041	0,132	0,537	0,035	0,109	0,160	0,204	-0,013	0,258	0,135	0,258	0,330
Ln_Zn	0,270	0,082	-0,048	0,069	-0,161	0,014	-0,055	-0,089	0,086	-0,083	0,033	0,055	0,268	-0,020	0,004
Ln_Zr	-0,061	-0,026	0,164	-0,094	0,081	0,378	-0,007	0,112	-0,079	0,079	0,100	0,151	-0,175	0,267	0,352
Ln_Ag	0,163	0,102	-0,044	0,153	-0,164	0,014	0,009	-0,168	0,140	-0,043	-0,053	0,042	0,335	-0,123	-0,137
Ln_As	0,492	0,746	-0,058	0,743	0,160	0,131	0,086	0,174	0,465	0,190	0,070	0,123	0,468	0,058	0,012
Ln_Be	0,463	0,468	0,464	0,216	0,642	0,150	0,089	0,741	0,158	0,340	0,359	0,269	-0,118	0,649	0,506
Ln_Bi	0,453	0,610	0,144	0,581	0,371	0,429	0,095	0,329	0,575	0,306	0,042	0,245	0,484	0,298	0,242
Ln_Cd	0,554	0,696	0,182	0,526	0,343	0,257	0,070	0,423	0,317	0,273	0,209	0,280	0,272	0,385	0,301
Ln_Ce	0,277	0,364	0,668	0,271	0,651	0,276	-0,013	0,857	0,157	0,772	0,363	0,645	-0,071	0,796	0,682
Ln_Co	0,732	0,612	0,254	0,381	0,690	0,222	0,149	0,713	0,412	0,307	0,168	0,213	0,070	0,604	0,495
Ln_Cs	0,303	0,542	0,544	0,422	0,603	0,122	0,059	0,685	0,189	0,539	0,446	0,450	-0,086	0,556	0,395
Ln_Ga	0,342	0,265	0,683	0,123	0,781	0,516	0,083	0,796	0,278	0,678	0,298	0,597	-0,110	0,816	0,754
Ln_Hf	-0,065	-0,123	0,325	-0,212	0,361	0,316	0,061	0,299	0,094	0,132	0,133	0,094	-0,272	0,444	0,504
Ln_Hg	0,072	0,199	-0,074	0,158	0,195	0,147	-0,008	0,163	-0,069	-0,093	-0,002	-0,173	-0,298	0,046	-0,018
Ln_In	0,494	0,735	-0,016	0,616	0,423	0,283	0,111	0,302	0,442	0,089	0,009	-0,001	0,242	0,170	0,121
Ln_La	0,295	0,285	0,625	0,263	0,578	0,344	-0,039	0,795	0,184	0,762	0,322	0,649	-0,028	0,766	0,684
Ln_Lu	0,296	0,198	0,713	-0,077	0,700	0,477	0,021	0,822	0,207	0,642	0,419	0,645	-0,152	0,951	0,987
Ln_Mo	0,421	0,177	-0,006	0,192	-0,023	0,249	-0,030	0,028	0,406	0,210	-0,014	0,225	0,459	0,054	0,114
Ln_Nb	0,069	0,013	0,670	-0,186	0,248	0,373	0,045	0,395	0,114	0,622	0,528	0,732	0,091	0,578	0,600
Ln_Ni	1	0,503	0,063	0,357	0,411	0,295	0,111	0,402	0,459	0,208	0,054	0,123	0,351	0,342	0,299
Ln_Pb	0,503	1	0,108	0,709	0,434	0,233	0,199	0,360	0,458	0,197	0,143	0,150	0,208	0,267	0,186
Ln_Rb	0,063	0,108	1	-0,135	0,526	0,321	-0,017	0,640	0,083	0,670	0,613	0,749	-0,147	0,749	0,706
Ln_Sb	0,357	0,709	-0,135	1	0,257	0,134	0,104	0,181	0,516	0,095	-0,054	-0,063	0,353	0,024	-0,081
Ln_Sc	0,411	0,434	0,526	0,257	1	0,315	0,176	0,846	0,324	0,507	0,276	0,345	-0,203	0,780	0,661
Ln_Sn	0,295	0,233	0,321	0,134	0,315	1	-0,109	0,296	0,336	0,300	0,027	0,356	0,164	0,436	0,515
Ln_Ta	0,111	0,199	-0,017	0,104	0,176	-0,109	1	0,032	0,140	-0,018	0,151	-0,079	-0,043	0,025	-0,026
Ln_Tb	0,402	0,360	0,640	0,181	0,846	0,296	0,032	1	0,183	0,671	0,329	0,531	-0,188	0,926	0,801
Ln_Te	0,459	0,458	0,083	0,516	0,324	0,336	0,140	0,183	1	0,088	0,172	0,032	0,352	0,215	0,211
Ln_Th	0,208	0,197	0,670	0,095	0,507	0,300	-0,018	0,671	0,088	1	0,317	0,837	0,143	0,673	0,626
Ln_Tl	0,054	0,143	0,613	-0,054	0,276	0,027	0,151	0,329	0,172	0,317	1	0,435	-0,192	0,447	0,419
Ln_U	0,123	0,150	0,749	-0,063	0,345	0,356	-0,079	0,531	0,032	0,837	0,435	1	0,162	0,642	0,650
Ln_W	0,351	0,208	-0,147	0,353	-0,203	0,164	-0,043	-0,188	0,352	0,143	-0,192	0,162	1	-0,176	-0,138
Ln_Y	0,342	0,267	0,749	0,024	0,780	0,436	0,025	0,926	0,215	0,673	0,447	0,642	-0,176	1	0,943
Ln_Yb	0,299	0,186	0,706	-0,081	0,661	0,515	-0,026	0,801	0,211	0,626	0,419	0,650	-0,138	0,943	1

Cuadro C22

Matriz de correlaciones* - Población 3 (sedimentarios carbonatados Cretácicos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni
Ln_Au	1	-0,108	-0,060	0,614	0,212	0,370	0,280	-0,215	0,091	0,539	0,014	0,477	0,468	0,011	0,257	0,576	0,341	0,210	0,454	0,235	-0,244	0,068	0,493	0,360	-0,038	0,113	0,133	-0,023
Ln_Ba	-0,108	1	0,146	-0,002	0,351	0,114	-0,221	0,209	0,373	-0,042	0,025	-0,084	-0,079	0,123	-0,008	-0,075	-0,062	0,128	-0,165	0,302	0,017	-0,110	-0,101	-0,006	0,081	0,276	-0,168	0,160
Ln_Cr	-0,060	0,146	1	0,044	0,170	0,153	0,059	-0,032	0,640	0,041	-0,226	0,226	0,087	-0,020	0,176	0,101	-0,244	-0,124	0,042	0,253	0,016	0,089	-0,034	0,032	-0,120	0,360	0,353	0,374
Ln_Cu	0,614	-0,002	0,044	1	0,550	0,865	0,038	-0,537	0,085	0,879	-0,101	0,728	0,586	0,350	0,443	0,565	0,236	0,516	0,459	0,259	-0,234	0,083	0,493	0,256	0,075	0,382	0,134	0,294
Ln_Li	0,212	0,351	0,170	0,550	1	0,658	-0,110	-0,310	0,292	0,575	-0,174	0,341	0,350	0,258	0,297	0,321	-0,033	0,419	0,308	0,397	-0,328	0,113	0,370	-0,001	-0,103	0,390	-0,192	0,327
Ln_Mn	0,370	0,114	0,153	0,865	0,658	1	-0,135	-0,540	0,202	0,818	-0,192	0,650	0,481	0,439	0,404	0,400	0,018	0,607	0,398	0,259	-0,380	0,062	0,480	0,048	-0,127	0,295	-0,026	0,361
Ln_P	0,280	-0,221	0,059	0,038	-0,110	-0,135	1	0,327	0,048	0,011	0,409	0,062	0,325	-0,190	-0,136	0,309	0,079	-0,297	0,395	-0,242	-0,026	0,199	-0,023	0,006	0,034	0,107	0,140	-0,063
Ln_Sr	-0,215	0,209	-0,032	-0,537	-0,310	-0,540	0,327	1	0,161	-0,509	0,394	-0,527	-0,294	-0,190	-0,417	-0,214	-0,176	-0,332	-0,250	-0,208	0,028	-0,048	-0,273	-0,244	-0,020	-0,188	-0,105	-0,140
Ln_V	0,091	0,373	0,640	0,085	0,292	0,202	0,048	0,161	1	0,062	0,029	0,036	-0,007	-0,058	0,265	0,054	-0,231	-0,012	-0,118	0,268	-0,081	-0,184	0,115	-0,013	-0,145	0,304	0,082	0,194
Ln_Zn	0,539	-0,042	0,041	0,879	0,575	0,818	0,011	-0,509	0,062	1	-0,145	0,673	0,530	0,369	0,309	0,575	0,240	0,435	0,489	0,304	-0,168	0,103	0,449	0,235	0,025	0,311	0,127	0,281
Ln_Zr	0,014	0,025	-0,226	-0,101	-0,174	-0,192	0,409	0,394	0,029	-0,145	1	-0,162	-0,021	-0,207	-0,210	-0,008	-0,011	-0,082	0,057	-0,379	0,098	-0,132	-0,080	-0,139	-0,105	-0,134	-0,131	-0,152
Ln_Ag	0,477	-0,084	0,226	0,728	0,341	0,650	0,062	-0,527	0,036	0,673	-0,162	1	0,681	0,330	0,563	0,466	0,167	0,370	0,495	0,190	-0,194	0,174	0,409	0,279	0,023	0,439	0,305	0,397
Ln_As	0,468	-0,079	0,087	0,586	0,350	0,481	0,325	-0,294	-0,007	0,530	-0,021	0,681	1	0,247	0,501	0,546	0,150	0,343	0,723	0,089	-0,322	0,082	0,461	0,213	-0,120	0,524	0,119	0,389
Ln_Be	0,011	0,123	-0,020	0,350	0,258	0,439	-0,190	-0,190	-0,058	0,369	-0,207	0,330	0,247	1	0,296	0,206	0,090	0,740	0,144	0,390	-0,302	-0,093	0,379	0,101	0,113	0,206	-0,100	0,705
Ln_Bi	0,257	-0,008	0,176	0,443	0,297	0,404	-0,136	-0,417	0,265	0,309	-0,210	0,563	0,501	0,296	1	0,209	-0,094	0,426	0,193	0,273	-0,316	-0,059	0,548	0,101	-0,139	0,442	0,144	0,399
Ln_Cd	0,576	-0,075	0,101	0,565	0,321	0,400	0,309	-0,214	0,054	0,575	-0,008	0,466	0,546	0,206	0,209	1	0,630	0,235	0,503	0,320	-0,155	-0,057	0,317	0,659	0,228	0,546	0,240	0,282
Ln_Ce	0,341	-0,062	-0,244	0,236	-0,033	0,018	0,079	-0,176	-0,231	0,240	-0,011	0,167	0,150	0,090	-0,094	0,630	1	0,080	0,172	0,234	0,202	0,020	-0,112	0,924	0,608	0,218	0,257	0,071
Ln_Co	0,210	0,128	-0,124	0,516	0,419	0,607	-0,297	-0,332	-0,012	0,435	-0,082	0,370	0,343	0,740	0,426	0,235	0,080	1	0,149	0,497	-0,421	-0,151	0,656	0,083	-0,079	0,225	-0,064	0,644
Ln_Cs	0,454	-0,165	0,042	0,459	0,308	0,398	0,395	-0,250	-0,118	0,489	0,057	0,495	0,723	0,144	0,193	0,503	0,172	0,149	1	-0,159	-0,377	0,178	0,300	0,145	-0,283	0,251	-0,033	0,145
Ln_Ga	0,235	0,302	0,253	0,259	0,397	0,259	-0,242	-0,208	0,268	0,304	-0,379	0,190	0,089	0,390	0,273	0,320	0,234	0,497	-0,159	1	0,023	-0,033	0,351	0,372	0,285	0,423	0,280	0,521
Ln_Hf	-0,244	0,017	0,016	-0,234	-0,328	-0,380	-0,026	0,028	-0,081	-0,168	0,098	-0,194	-0,322	-0,302	-0,316	-0,155	0,202	-0,421	-0,377	0,023	1	-0,166	-0,599	0,260	0,427	-0,099	0,568	-0,155
Ln_Hg	0,068	-0,110	0,089	0,083	0,113	0,062	0,199	-0,048	-0,184	0,103	-0,132	0,174	0,082	-0,093	-0,059	-0,057	0,020	-0,151	0,178	-0,033	-0,166	1	0,059	-0,076	0,070	-0,032	-0,071	-0,109
Ln_In	0,493	-0,101	-0,034	0,493	0,370	0,480	-0,023	-0,273	0,115	0,449	-0,080	0,409	0,461	0,379	0,548	0,317	-0,112	0,656	0,300	0,351	-0,599	0,059	1	-0,072	-0,339	0,210	-0,152	0,334
Ln_La	0,360	-0,006	0,032	0,256	-0,001	0,048	0,006	-0,244	-0,013	0,235	-0,139	0,279	0,213	0,101	0,101	0,659	0,924	0,083	0,145	0,372	0,260	-0,076	-0,072	1	0,578	0,366	0,433	0,214
Ln_Lu	-0,038	0,081	-0,120	0,075	-0,103	-0,127	0,034	-0,020	-0,145	0,025	-0,105	0,023	-0,120	0,113	-0,139	0,228	0,608	-0,079	-0,283	0,285	0,427	0,070	-0,339	0,578	1	0,278	0,194	0,134
Ln_Mo	0,113	0,276	0,360	0,382	0,390	0,295	0,107	-0,188	0,304	0,311	-0,134	0,439	0,524	0,206	0,442	0,546	0,218	0,225	0,251	0,423	-0,099	-0,032	0,210	0,366	0,278	1	0,233	0,528
Ln_Nb	0,133	-0,168	0,353	0,134	-0,192	-0,026	0,140	-0,105	0,082	0,127	-0,131	0,305	0,119	-0,100	0,144	0,240	0,257	-0,064	-0,033	0,280	0,568	-0,071	-0,152	0,433	0,194	0,233	1	0,272
Ln_Ni	-0,023	0,160	0,374	0,294	0,327	0,361	-0,063	-0,140	0,194	0,281	-0,152	0,397	0,389	0,705	0,399	0,282	0,071	0,644	0,145	0,521	-0,155	-0,109	0,334	0,214	0,134	0,528	0,272	1
Ln_Pb	0,584	-0,251	-0,092	0,630	0,262	0,535	0,251	-0,221	-0,061	0,626	0,083	0,679	0,723	0,390	0,472	0,550	0,109	0,496	0,513	0,121	-0,441	0,106	0,737	0,104	-0,169	0,276	0,069	0,345
Ln_Rb	0,300	0,227	0,007	0,385	0,430	0,397	0,007	-0,130	0,133	0,535	0,038	0,220	0,133	0,500	0,047	0,343	0,217	0,504	0,181	0,572	-0,125	0,121	0,287	0,174	0,067	0,173	-0,042	0,315
Ln_Sb	0,576	-0,149	-0,053	0,665	0,359	0,510	0,316	-0,330	-0,151	0,638	0,025	0,722	0,844	0,211	0,393	0,671	0,282	0,358	0,666	0,130	-0,291	0,200	0,513	0,267	-0,072	0,474	0,144	0,226
Ln_Sc	-0,146	0,428	0,106	0,056	0,404	0,252	-0,238	-0,093	0,181	0,046	-0,180	0,001	0,106	0,467	0,279	-0,148	-0,302	0,586	-0,156	0,532	-0,371	0,050	0,424	-0,285	-0,137	0,270	-0,283	0,471
Ln_Sn	-0,007	0,322	0,422	0,035	0,118	0,097	-0,191	-0,007	0,470	-0,083	-0,324	0,160	-0,102	0,083	0,290	-0,179	-0,263	0,137	-0,392	0,481	0,195	-0,077	0,029	-0,006	0,085	0,213	0,417	0,310
Ln_Ta	-0,073	0,001	-0,058	-0,033	-0,222	-0,070	-0,214	0,009	-0,160	-0,135	0,003	-0,014	-0,155	0,191	-0,098	-0,167	-0,152	0,138	-0,127	0,012	0,082	-0,329	-0,042	-0,124	-0,160	-0,182	0,037	-0,065
Ln_Tb	0,053	0,078	-0,271	0,259	0,025	0,158	-0,230	-0,216	-0,240	0,206	-0,182	0,109	0,007	0,490	0,039	0,254	0,587	0,521	-0,170	0,584	0,073	-0,012	0,170	0,524	0,614	0,262	0,118	0,339
Ln_Te	0,298	-0,038	-0,029	0,149	0,169	0,118	-0,245	-0,300	0,150	0,180	-0,151	0,198	0,225	0,095	0,409	0,138	0,026	0,384	-0,011	0,415	-0,081	-0,120	0,559	0,154	-0,198	0,137	0,115	0,136
Ln_Th	0,255	0,383	0,024	0,050	0,267	0,065	0,041	0,001	0,221	-0,037	-0,020	0,083	0,123	0,135	0,160	0,362	0,369	0,339	-0,028	0,491	-0,109	-0,025	0,198	0,419	0,123	0,333	0,135	0,283
Ln_Tl	0,133	-0,101	0,134	0,076	0,091	0,031	0,347	0,003	-0,090	0,227	0,076	0,254	0,382	-0,054	-0,026	0,400	0,362	-0,126	0,523	-0,018	0,229	0,265	-0,194	0,362	0,013	0,169	0,404	0,139
Ln_U	0,557	0,032	0,085	0,341	0,106	0,131	0,479	-0,005	0,174	0,235	0,283	0,347	0,444	-0,090	0,098	0,696	0,592	0,019	0,344	0,124	0,075	-0,071	-0,055	0,630	0,304	0,400	0,338	0,168
Ln_W	0,566	0,173	0,303	0,380	0,293	0,285	0,037	-0,100	0,502	0,293	-0,028	0,278	0,205	0,025	0,286	0,394	0,099	0,269	0,064	0,506	-0,092	-0,208	0,371	0,282	-0,002	0,332	0,323	0,307
Ln_Y	0,005	0,016	-0,045	0,132	-0,184	-0,066	-0,029	-0,069	-0,117	0,058	-0,168	0,099	-0,070	0,257	-0,067	0,272	0,639	0,080	-0,248	0,407	0,372	0,000	-0,212	0,653	0,914	0,325	0,304	0,246
Ln_Yb	0,029	0,033	-0,112	0,135	-0,103	-0,092	0,029	-0,039	-0,148	0,039	-0,051	0,048	-0,054	0,144	-0,093	0,286	0,637	0,025	-0,230	0,345	0,363	0,059	-0,275	0,606	0,939	0,336	0,206	0,154

* Determinante = 1.45E-032

Cuadro C22

Matriz de correlaciones* - Población 3 (sedimentarios carbonatados Cretácicos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni
Ln_Au	1	-0,108	-0,060	0,614	0,212	0,370	0,280	-0,215	0,091	0,539	0,014	0,477	0,468	0,011	0,257	0,576	0,341	0,210	0,454	0,235	-0,244	0,068	0,493	0,360	-0,038	0,113	0,133	-0,023
Ln_Ba	-0,108	1	0,146	-0,002	0,351	0,114	-0,221	0,209	0,373	-0,042	0,025	-0,084	-0,079	0,123	-0,008	-0,075	-0,062	0,128	-0,165	0,302	0,017	-0,110	-0,101	-0,006	0,081	0,276	-0,168	0,160
Ln_Cr	-0,060	0,146	1	0,044	0,170	0,153	0,059	-0,032	0,640	0,041	-0,226	0,226	0,087	-0,020	0,176	0,101	-0,244	-0,124	0,042	0,253	0,016	0,089	-0,034	0,032	-0,120	0,360	0,353	0,374
Ln_Cu	0,614	-0,002	0,044	1	0,550	0,865	0,038	-0,537	0,085	0,879	-0,101	0,728	0,586	0,350	0,443	0,565	0,236	0,516	0,459	0,259	-0,234	0,083	0,493	0,256	0,075	0,382	0,134	0,294
Ln_Li	0,212	0,351	0,170	0,550	1	0,658	-0,110	-0,310	0,292	0,575	-0,174	0,341	0,350	0,258	0,297	0,321	-0,033	0,419	0,308	0,397	-0,328	0,113	0,370	-0,001	-0,103	0,390	-0,192	0,327
Ln_Mn	0,370	0,114	0,153	0,865	0,658	1	-0,135	-0,540	0,202	0,818	-0,192	0,650	0,481	0,439	0,404	0,400	0,018	0,607	0,398	0,259	-0,380	0,062	0,480	0,048	-0,127	0,295	-0,026	0,361
Ln_P	0,280	-0,221	0,059	0,038	-0,110	-0,135	1	0,327	0,048	0,011	0,409	0,062	0,325	-0,190	-0,136	0,309	0,079	-0,297	0,395	-0,242	-0,026	0,199	-0,023	0,006	0,034	0,107	0,140	-0,063
Ln_Sr	-0,215	0,209	-0,032	-0,537	-0,310	-0,540	0,327	1	0,161	-0,509	0,394	-0,527	-0,294	-0,190	-0,417	-0,214	-0,176	-0,332	-0,250	-0,208	0,028	-0,048	-0,273	-0,244	-0,020	-0,188	-0,105	-0,140
Ln_V	0,091	0,373	0,640	0,085	0,292	0,202	0,048	0,161	1	0,062	0,029	0,036	-0,007	-0,058	0,265	0,054	-0,231	-0,012	-0,118	0,268	-0,081	-0,184	0,115	-0,013	-0,145	0,304	0,082	0,194
Ln_Zn	0,539	-0,042	0,041	0,879	0,575	0,818	0,011	-0,509	0,062	1	-0,145	0,673	0,530	0,369	0,309	0,575	0,240	0,435	0,489	0,304	-0,168	0,103	0,449	0,235	0,025	0,311	0,127	0,281
Ln_Zr	0,014	0,025	-0,226	-0,101	-0,174	-0,192	0,409	0,394	0,029	-0,145	1	-0,162	-0,021	-0,207	-0,210	-0,008	-0,011	-0,082	0,057	-0,379	0,098	-0,132	-0,080	-0,139	-0,105	-0,134	-0,131	-0,152
Ln_Ag	0,477	-0,084	0,226	0,728	0,341	0,650	0,062	-0,527	0,036	0,673	-0,162	1	0,681	0,330	0,563	0,466	0,167	0,370	0,495	0,190	-0,194	0,174	0,409	0,279	0,023	0,439	0,305	0,397
Ln_As	0,468	-0,079	0,087	0,586	0,350	0,481	0,325	-0,294	-0,007	0,530	-0,021	0,681	1	0,247	0,501	0,546	0,150	0,343	0,723	0,089	-0,322	0,082	0,461	0,213	-0,120	0,524	0,119	0,389
Ln_Be	0,011	0,123	-0,020	0,350	0,258	0,439	-0,190	-0,190	-0,058	0,369	-0,207	0,330	0,247	1	0,296	0,206	0,090	0,740	0,144	0,390	-0,302	-0,093	0,379	0,101	0,113	0,206	-0,100	0,705
Ln_Bi	0,257	-0,008	0,176	0,443	0,297	0,404	-0,136	-0,417	0,265	0,309	-0,210	0,563	0,501	0,296	1	0,209	-0,094	0,426	0,193	0,273	-0,316	-0,059	0,548	0,101	-0,139	0,442	0,144	0,399
Ln_Cd	0,576	-0,075	0,101	0,565	0,321	0,400	0,309	-0,214	0,054	0,575	-0,008	0,466	0,546	0,206	0,209	1	0,630	0,235	0,503	0,320	-0,155	-0,057	0,317	0,659	0,228	0,546	0,240	0,282
Ln_Ce	0,341	-0,062	-0,244	0,236	-0,033	0,018	0,079	-0,176	-0,231	0,240	-0,011	0,167	0,150	0,090	-0,094	0,630	1	0,080	0,172	0,234	0,202	0,020	-0,112	0,924	0,608	0,218	0,257	0,071
Ln_Co	0,210	0,128	-0,124	0,516	0,419	0,607	-0,297	-0,332	-0,012	0,435	-0,082	0,370	0,343	0,740	0,426	0,235	0,080	1	0,149	0,497	-0,421	-0,151	0,656	0,083	-0,079	0,225	-0,064	0,644
Ln_Cs	0,454	-0,165	0,042	0,459	0,308	0,398	0,395	-0,250	-0,118	0,489	0,057	0,495	0,723	0,144	0,193	0,503	0,172	0,149	1	-0,159	-0,377	0,178	0,300	0,145	-0,283	0,251	-0,033	0,145
Ln_Ga	0,235	0,302	0,253	0,259	0,397	0,259	-0,242	-0,208	0,268	0,304	-0,379	0,190	0,089	0,390	0,273	0,320	0,234	0,497	-0,159	1	0,023	-0,033	0,351	0,372	0,285	0,423	0,280	0,521
Ln_Hf	-0,244	0,017	0,016	-0,234	-0,328	-0,380	-0,026	0,028	-0,081	-0,168	0,098	-0,194	-0,322	-0,302	-0,316	-0,155	0,202	-0,421	-0,377	0,023	1	-0,166	-0,599	0,260	0,427	-0,099	0,568	-0,155
Ln_Hg	0,068	-0,110	0,089	0,083	0,113	0,062	0,199	-0,048	-0,184	0,103	-0,132	0,174	0,082	-0,093	-0,059	-0,057	0,020	-0,151	0,178	-0,033	-0,166	1	0,059	-0,076	0,070	-0,032	-0,071	-0,109
Ln_In	0,493	-0,101	-0,034	0,493	0,370	0,480	-0,023	-0,273	0,115	0,449	-0,080	0,409	0,461	0,379	0,548	0,317	-0,112	0,656	0,300	0,351	-0,599	0,059	1	-0,072	-0,339	0,210	-0,152	0,334
Ln_La	0,360	-0,006	0,032	0,256	-0,001	0,048	0,006	-0,244	-0,013	0,235	-0,139	0,279	0,213	0,101	0,101	0,659	0,924	0,083	0,145	0,372	0,260	-0,076	-0,072	1	0,578	0,366	0,433	0,214
Ln_Lu	-0,038	0,081	-0,120	0,075	-0,103	-0,127	0,034	-0,020	-0,145	0,025	-0,105	0,023	-0,120	0,113	-0,139	0,228	0,608	-0,079	-0,283	0,285	0,427	0,070	-0,339	0,578	1	0,278	0,194	0,134
Ln_Mo	0,113	0,276	0,360	0,382	0,390	0,295	0,107	-0,188	0,304	0,311	-0,134	0,439	0,524	0,206	0,442	0,546	0,218	0,225	0,251	0,423	-0,099	-0,032	0,210	0,366	0,278	1	0,233	0,528
Ln_Nb	0,133	-0,168	0,353	0,134	-0,192	-0,026	0,140	-0,105	0,082	0,127	-0,131	0,305	0,119	-0,100	0,144	0,240	0,257	-0,064	-0,033	0,280	0,568	-0,071	-0,152	0,433	0,194	0,233	1	0,272
Ln_Ni	-0,023	0,160	0,374	0,294	0,327	0,361	-0,063	-0,140	0,194	0,281	-0,152	0,397	0,389	0,705	0,399	0,282	0,071	0,644	0,145	0,521	-0,155	-0,109	0,334	0,214	0,134	0,528	0,272	1
Ln_Pb	0,584	-0,251	-0,092	0,630	0,262	0,535	0,251	-0,221	-0,061	0,626	0,083	0,679	0,723	0,390	0,472	0,550	0,109	0,496	0,513	0,121	-0,441	0,106	0,737	0,104	-0,169	0,276	0,069	0,345
Ln_Rb	0,300	0,227	0,007	0,385	0,430	0,397	0,007	-0,130	0,133	0,535	0,038	0,220	0,133	0,500	0,047	0,343	0,217	0,504	0,181	0,572	-0,125	0,121	0,287	0,174	0,067	0,173	-0,042	0,315
Ln_Sb	0,576	-0,149	-0,053	0,665	0,359	0,510	0,316	-0,330	-0,151	0,638	0,025	0,722	0,844	0,211	0,393	0,671	0,282	0,358	0,666	0,130	-0,291	0,200	0,513	0,267	-0,072	0,474	0,144	0,226
Ln_Sc	-0,146	0,428	0,106	0,056	0,404	0,252	-0,238	-0,093	0,181	0,046	-0,180	0,001	0,106	0,467	0,279	-0,148	-0,302	0,586	-0,156	0,532	-0,371	0,050	0,424	-0,285	-0,137	0,270	-0,283	0,471
Ln_Sn	-0,007	0,322	0,422	0,035	0,118	0,097	-0,191	-0,007	0,470	-0,083	-0,324	0,160	-0,102	0,083	0,290	-0,179	-0,263	0,137	-0,392	0,481	0,195	-0,077	0,029	-0,006	0,085	0,213	0,417	0,310
Ln_Ta	-0,073	0,001	-0,058	-0,033	-0,222	-0,070	-0,214	0,009	-0,160	-0,135	0,003	-0,014	-0,155	0,191	-0,098	-0,167	-0,152	0,138	-0,127	0,012	0,082	-0,329	-0,042	-0,124	-0,160	-0,182	0,037	-0,065
Ln_Tb	0,053	0,078	-0,271	0,259	0,025	0,158	-0,230	-0,216	-0,240	0,206	-0,182	0,109	0,007	0,490	0,039	0,254	0,587	0,521	-0,170	0,584	0,073	-0,012	0,170	0,524	0,614	0,262	0,118	0,339
Ln_Te	0,298	-0,038	-0,029	0,149	0,169	0,118	-0,245	-0,300	0,150	0,180	-0,151	0,198	0,225	0,095	0,409	0,138	0,026	0,384	-0,011	0,415	-0,081	-0,120	0,559	0,154	-0,198	0,137	0,115	0,136
Ln_Th	0,255	0,383	0,024	0,050	0,267	0,065	0,041	0,001	0,221	-0,037	-0,020	0,083	0,123	0,135	0,160	0,362	0,369	0,339	-0,028	0,491	-0,109	-0,025	0,198	0,419	0,123	0,333	0,135	0,283
Ln_Tl	0,133	-0,101	0,134	0,076	0,091	0,031	0,347	0,003	-0,090	0,227	0,076	0,254	0,382	-0,054	-0,026	0,400	0,362	-0,126	0,523	-0,018	0,229	0,265	-0,194	0,362	0,013	0,169	0,404	0,139
Ln_U	0,557	0,032	0,085	0,341	0,106	0,131	0,479	-0,005	0,174	0,235	0,283	0,347	0,444	-0,090	0,098	0,696	0,592	0,019	0,344	0,124	0,075	-0,071	-0,055	0,630	0,304	0,400	0,338	0,168
Ln_W	0,566	0,173	0,303	0,380	0,293	0,285	0,037	-0,100	0,502	0,293	-0,028	0,278	0,205	0,025	0,286	0,394	0,099	0,269	0,064	0,506	-0,092	-0,208	0,371	0,282	-0,002	0,332	0,323	0,307
Ln_Y	0,005	0,016	-0,045	0,132	-0,184	-0,066	-0,029	-0,069	-0,117	0,058	-0,168	0,099	-0,070	0,257	-0,067	0,272	0,639	0,080	-0,248	0,407	0,372	0,000	-0,212	0,653	0,914	0,325	0,304	0,246
Ln_Yb	0,029	0,033	-0,112	0,135	-0,103	-0,092	0,029	-0,039	-0,148	0,039	-0,051	0,048	-0,054	0,144	-0,093	0,286	0,637	0,025	-0,230	0,345	0,363	0,059	-0,275	0,606	0,939	0,336	0,206	0,154

* Determinante = 1.45E-032

….continuación

	Ln_Pb	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	0,584	0,300	0,576	-0,146	-0,007	-0,073	0,053	0,298	0,255	0,133	0,557	0,566	0,005	0,029
Ln_Ba	-0,251	0,227	-0,149	0,428	0,322	0,001	0,078	-0,038	0,383	-0,101	0,032	0,173	0,016	0,033
Ln_Cr	-0,092	0,007	-0,053	0,106	0,422	-0,058	-0,271	-0,029	0,024	0,134	0,085	0,303	-0,045	-0,112
Ln_Cu	0,630	0,385	0,665	0,056	0,035	-0,033	0,259	0,149	0,050	0,076	0,341	0,380	0,132	0,135
Ln_Li	0,262	0,430	0,359	0,404	0,118	-0,222	0,025	0,169	0,267	0,091	0,106	0,293	-0,184	-0,103
Ln_Mn	0,535	0,397	0,510	0,252	0,097	-0,070	0,158	0,118	0,065	0,031	0,131	0,285	-0,066	-0,092
Ln_P	0,251	0,007	0,316	-0,238	-0,191	-0,214	-0,230	-0,245	0,041	0,347	0,479	0,037	-0,029	0,029
Ln_Sr	-0,221	-0,130	-0,330	-0,093	-0,007	0,009	-0,216	-0,300	0,001	0,003	-0,005	-0,100	-0,069	-0,039
Ln_V	-0,061	0,133	-0,151	0,181	0,470	-0,160	-0,240	0,150	0,221	-0,090	0,174	0,502	-0,117	-0,148
Ln_Zn	0,626	0,535	0,638	0,046	-0,083	-0,135	0,206	0,180	-0,037	0,227	0,235	0,293	0,058	0,039
Ln_Zr	0,083	0,038	0,025	-0,180	-0,324	0,003	-0,182	-0,151	-0,020	0,076	0,283	-0,028	-0,168	-0,051
Ln_Ag	0,679	0,220	0,722	0,001	0,160	-0,014	0,109	0,198	0,083	0,254	0,347	0,278	0,099	0,048
Ln_As	0,723	0,133	0,844	0,106	-0,102	-0,155	0,007	0,225	0,123	0,382	0,444	0,205	-0,070	-0,054
Ln_Be	0,390	0,500	0,211	0,467	0,083	0,191	0,490	0,095	0,135	-0,054	-0,090	0,025	0,257	0,144
Ln_Bi	0,472	0,047	0,393	0,279	0,290	-0,098	0,039	0,409	0,160	-0,026	0,098	0,286	-0,067	-0,093
Ln_Cd	0,550	0,343	0,671	-0,148	-0,179	-0,167	0,254	0,138	0,362	0,400	0,696	0,394	0,272	0,286
Ln_Ce	0,109	0,217	0,282	-0,302	-0,263	-0,152	0,587	0,026	0,369	0,362	0,592	0,099	0,639	0,637
Ln_Co	0,496	0,504	0,358	0,586	0,137	0,138	0,521	0,384	0,339	-0,126	0,019	0,269	0,080	0,025
Ln_Cs	0,513	0,181	0,666	-0,156	-0,392	-0,127	-0,170	-0,011	-0,028	0,523	0,344	0,064	-0,248	-0,230
Ln_Ga	0,121	0,572	0,130	0,532	0,481	0,012	0,584	0,415	0,491	-0,018	0,124	0,506	0,407	0,345
Ln_Hf	-0,441	-0,125	-0,291	-0,371	0,195	0,082	0,073	-0,081	-0,109	0,229	0,075	-0,092	0,372	0,363
Ln_Hg	0,106	0,121	0,200	0,050	-0,077	-0,329	-0,012	-0,120	-0,025	0,265	-0,071	-0,208	0,000	0,059
Ln_In	0,737	0,287	0,513	0,424	0,029	-0,042	0,170	0,559	0,198	-0,194	-0,055	0,371	-0,212	-0,275
Ln_La	0,104	0,174	0,267	-0,285	-0,006	-0,124	0,524	0,154	0,419	0,362	0,630	0,282	0,653	0,606
Ln_Lu	-0,169	0,067	-0,072	-0,137	0,085	-0,160	0,614	-0,198	0,123	0,013	0,304	-0,002	0,914	0,939
Ln_Mo	0,276	0,173	0,474	0,270	0,213	-0,182	0,262	0,137	0,333	0,169	0,400	0,332	0,325	0,336
Ln_Nb	0,069	-0,042	0,144	-0,283	0,417	0,037	0,118	0,115	0,135	0,404	0,338	0,323	0,304	0,206
Ln_Ni	0,345	0,315	0,226	0,471	0,310	-0,065	0,339	0,136	0,283	0,139	0,168	0,307	0,246	0,154
Ln_Pb	1	0,252	0,800	0,101	-0,144	-0,041	0,108	0,323	0,113	0,125	0,249	0,234	-0,086	-0,128
Ln_Rb	0,252	1	0,242	0,400	0,091	-0,047	0,364	0,217	0,320	0,176	0,215	0,302	0,123	0,115
Ln_Sb	0,800	0,242	1	0,031	-0,236	-0,132	0,157	0,201	0,187	0,386	0,425	0,149	-0,009	0,010
Ln_Sc	0,101	0,400	0,031	1	0,262	-0,015	0,292	0,224	0,409	-0,242	-0,252	0,077	-0,068	-0,097
Ln_Sn	-0,144	0,091	-0,236	0,262	1	0,030	0,040	0,241	0,278	-0,217	0,007	0,492	0,142	0,058
Ln_Ta	-0,041	-0,047	-0,132	-0,015	0,030	1	0,055	0,157	-0,156	-0,250	-0,216	-0,156	0,001	-0,008
Ln_Tb	0,108	0,364	0,157	0,292	0,040	0,055	1	0,104	0,320	-0,120	0,053	0,056	0,785	0,686
Ln_Te	0,323	0,217	0,201	0,224	0,241	0,157	0,104	1	0,268	-0,029	0,001	0,360	-0,096	-0,117
Ln_Th	0,113	0,320	0,187	0,409	0,278	-0,156	0,320	0,268	1	0,193	0,499	0,468	0,151	0,137
Ln_Tl	0,125	0,176	0,386	-0,242	-0,217	-0,250	-0,120	-0,029	0,193	1	0,494	0,026	-0,001	0,043
Ln_U	0,249	0,215	0,425	-0,252	0,007	-0,216	0,053	0,001	0,499	0,494	1	0,506	0,265	0,362
Ln_W	0,234	0,302	0,149	0,077	0,492	-0,156	0,056	0,360	0,468	0,026	0,506	1	0,060	0,036
Ln_Y	-0,086	0,123	-0,009	-0,068	0,142	0,001	0,785	-0,096	0,151	-0,001	0,265	0,060	1	0,938
Ln_Yb	-0,128	0,115	0,010	-0,097	0,058	-0,008	0,686	-0,117	0,137	0,043	0,362	0,036	0,938	1

Cuadro C23

Matriz de correlaciones* - Población 4 (volcánicos paleógeno-neógenos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni
Ln_Au	1	-0,346	-0,047	0,632	-0,038	-0,249	0,164	-0,292	-0,083	0,598	-0,293	0,680	0,395	-0,174	0,064	0,386	-0,155	-0,029	-0,055	-0,113	-0,219	-0,111	0,381	-0,152	-0,197	0,237	-0,026	0,109
Ln_Ba	-0,346	1	0,033	-0,459	0,019	0,327	-0,118	0,354	0,178	-0,240	0,102	-0,366	-0,249	0,153	0,005	-0,283	0,054	0,047	0,182	0,112	0,094	0,327	-0,119	0,054	0,140	-0,258	-0,191	-0,123
Ln_Cr	-0,047	0,033	1	0,052	0,051	0,052	0,025	0,121	0,392	0,024	0,211	-0,148	-0,033	-0,078	0,098	-0,054	-0,034	-0,045	-0,022	-0,034	0,037	-0,008	-0,034	-0,018	-0,030	0,155	-0,005	0,366
Ln_Cu	0,632	-0,459	0,052	1	-0,072	-0,069	0,358	-0,135	0,183	0,778	-0,148	0,690	0,427	-0,115	0,215	0,476	-0,111	0,049	-0,006	-0,005	-0,210	-0,020	0,430	-0,110	-0,137	0,142	-0,018	0,169
Ln_Li	-0,038	0,019	0,051	-0,072	1	0,066	0,112	0,032	0,032	-0,007	0,073	0,084	0,001	-0,044	-0,063	-0,131	-0,059	-0,119	-0,024	-0,088	0,082	-0,138	-0,114	-0,061	-0,073	0,092	0,125	-0,011
Ln_Mn	-0,249	0,327	0,052	-0,069	0,066	1	0,166	0,307	0,166	0,153	0,039	-0,069	-0,152	0,088	-0,163	-0,106	0,078	0,148	-0,011	0,070	0,014	0,012	-0,216	0,093	0,133	-0,042	-0,062	0,091
Ln_P	0,164	-0,118	0,025	0,358	0,112	0,166	1	0,296	0,405	0,325	-0,081	0,228	0,156	-0,077	-0,043	0,188	-0,086	-0,030	-0,048	-0,090	-0,195	-0,220	0,039	-0,037	-0,140	0,234	-0,088	0,254
Ln_Sr	-0,292	0,354	0,121	-0,135	0,032	0,307	0,296	1	0,352	-0,082	0,419	-0,271	-0,135	0,057	-0,029	-0,081	0,062	0,023	0,000	0,104	0,142	0,114	-0,072	0,082	0,050	-0,096	0,030	0,052
Ln_V	-0,083	0,178	0,392	0,183	0,032	0,166	0,405	0,352	1	0,087	0,434	-0,125	-0,053	0,010	0,107	-0,095	0,062	0,017	0,033	0,112	0,147	0,103	-0,019	0,070	0,079	-0,045	0,087	0,086
Ln_Zn	0,598	-0,240	0,024	0,778	-0,007	0,153	0,325	-0,082	0,087	1	-0,213	0,765	0,425	-0,054	0,228	0,515	-0,078	0,044	0,052	0,064	-0,235	0,061	0,495	-0,079	-0,081	0,073	-0,068	0,114
Ln_Zr	-0,293	0,102	0,211	-0,148	0,073	0,039	-0,081	0,419	0,434	-0,213	1	-0,408	-0,159	-0,086	-0,107	-0,256	-0,037	-0,018	-0,099	-0,030	0,307	0,070	-0,115	-0,034	-0,037	-0,193	-0,015	-0,051
Ln_Ag	0,680	-0,366	-0,148	0,690	0,084	-0,069	0,228	-0,271	-0,125	0,765	-0,408	1	0,450	-0,090	0,144	0,474	-0,046	-0,026	0,063	-0,006	-0,274	-0,063	0,435	-0,065	-0,126	0,175	-0,008	-0,008
Ln_As	0,395	-0,249	-0,033	0,427	0,001	-0,152	0,156	-0,135	-0,053	0,425	-0,159	0,450	1	0,092	0,435	0,734	0,121	0,352	0,336	0,114	-0,332	0,021	0,690	0,114	-0,069	0,442	-0,062	0,274
Ln_Be	-0,174	0,153	-0,078	-0,115	-0,044	0,088	-0,077	0,057	0,010	-0,054	-0,086	-0,090	0,092	1	0,389	0,302	0,731	0,549	0,689	0,741	0,161	0,297	0,303	0,728	0,702	-0,176	0,266	0,092
Ln_Bi	0,064	0,005	0,098	0,215	-0,063	-0,163	-0,043	-0,029	0,107	0,228	-0,107	0,144	0,435	0,389	1	0,432	0,382	0,197	0,460	0,412	-0,042	0,457	0,627	0,345	0,244	-0,003	0,279	0,050
Ln_Cd	0,386	-0,283	-0,054	0,476	-0,131	-0,106	0,188	-0,081	-0,095	0,515	-0,256	0,474	0,734	0,302	0,432	1	0,299	0,432	0,460	0,367	-0,231	-0,044	0,698	0,302	0,164	0,338	0,067	0,273
Ln_Ce	-0,155	0,054	-0,034	-0,111	-0,059	0,078	-0,086	0,062	0,062	-0,078	-0,037	-0,046	0,121	0,731	0,382	0,299	1	0,511	0,721	0,827	0,333	0,173	0,226	0,986	0,814	-0,137	0,460	-0,022
Ln_Co	-0,029	0,047	-0,045	0,049	-0,119	0,148	-0,030	0,023	0,017	0,044	-0,018	-0,026	0,352	0,549	0,197	0,432	0,511	1	0,478	0,550	0,139	0,026	0,239	0,499	0,537	0,030	-0,024	0,461
Ln_Cs	-0,055	0,182	-0,022	-0,006	-0,024	-0,011	-0,048	0,000	0,033	0,052	-0,099	0,063	0,336	0,689	0,460	0,460	0,721	0,478	1	0,677	0,090	0,330	0,373	0,710	0,632	-0,135	0,173	0,005
Ln_Ga	-0,113	0,112	-0,034	-0,005	-0,088	0,070	-0,090	0,104	0,112	0,064	-0,030	-0,006	0,114	0,741	0,412	0,367	0,827	0,550	0,677	1	0,370	0,241	0,376	0,819	0,843	-0,211	0,407	-0,033
Ln_Hf	-0,219	0,094	0,037	-0,210	0,082	0,014	-0,195	0,142	0,147	-0,235	0,307	-0,274	-0,332	0,161	-0,042	-0,231	0,333	0,139	0,090	0,370	1	0,074	-0,216	0,309	0,484	-0,365	0,403	-0,135
Ln_Hg	-0,111	0,327	-0,008	-0,020	-0,138	0,012	-0,220	0,114	0,103	0,061	0,070	-0,063	0,021	0,297	0,457	-0,044	0,173	0,026	0,330	0,241	0,074	1	0,206	0,128	0,185	-0,397	0,147	-0,243
Ln_In	0,381	-0,119	-0,034	0,430	-0,114	-0,216	0,039	-0,072	-0,019	0,495	-0,115	0,435	0,690	0,303	0,627	0,698	0,226	0,239	0,373	0,376	-0,216	0,206	1	0,211	0,132	0,213	-0,041	0,118
Ln_La	-0,152	0,054	-0,018	-0,110	-0,061	0,093	-0,037	0,082	0,070	-0,079	-0,034	-0,065	0,114	0,728	0,345	0,302	0,986	0,499	0,710	0,819	0,309	0,128	0,211	1	0,789	-0,105	0,434	0,029
Ln_Lu	-0,197	0,140	-0,030	-0,137	-0,073	0,133	-0,140	0,050	0,079	-0,081	-0,037	-0,126	-0,069	0,702	0,244	0,164	0,814	0,537	0,632	0,843	0,484	0,185	0,132	0,789	1	-0,262	0,371	-0,041
Ln_Mo	0,237	-0,258	0,155	0,142	0,092	-0,042	0,234	-0,096	-0,045	0,073	-0,193	0,175	0,442	-0,176	-0,003	0,338	-0,137	0,030	-0,135	-0,211	-0,365	-0,397	0,213	-0,105	-0,262	1	-0,015	0,481
Ln_Nb	-0,026	-0,191	-0,005	-0,018	0,125	-0,062	-0,088	0,030	0,087	-0,068	-0,015	-0,008	-0,062	0,266	0,279	0,067	0,460	-0,024	0,173	0,407	0,403	0,147	-0,041	0,434	0,371	-0,015	1	-0,208
Ln_Ni	0,109	-0,123	0,366	0,169	-0,011	0,091	0,254	0,052	0,086	0,114	-0,051	-0,008	0,274	0,092	0,050	0,273	-0,022	0,461	0,005	-0,033	-0,135	-0,243	0,118	0,029	-0,041	0,481	-0,208	1
Ln_Pb	0,388	-0,269	-0,085	0,447	-0,132	-0,110	0,159	-0,108	-0,076	0,475	-0,228	0,475	0,736	0,330	0,514	0,861	0,359	0,416	0,441	0,402	-0,189	-0,005	0,773	0,349	0,198	0,300	0,068	0,237
Ln_Rb	-0,098	0,045	-0,006	-0,049	0,057	0,034	-0,021	-0,004	0,063	-0,001	-0,131	0,014	0,026	0,682	0,321	0,233	0,737	0,356	0,725	0,766	0,283	0,164	0,219	0,729	0,770	-0,172	0,380	-0,034
Ln_Sb	0,382	-0,131	0,002	0,432	-0,043	-0,146	0,160	-0,078	-0,056	0,443	-0,147	0,421	0,829	0,118	0,411	0,720	0,139	0,374	0,392	0,151	-0,306	0,027	0,650	0,152	-0,049	0,277	-0,193	0,299
Ln_Sc	-0,123	0,147	-0,061	-0,035	-0,063	0,079	-0,168	0,068	0,084	0,005	0,064	-0,076	0,171	0,691	0,346	0,247	0,743	0,733	0,681	0,828	0,406	0,284	0,312	0,706	0,823	-0,277	0,209	0,073
Ln_Sn	0,184	-0,066	0,026	0,230	-0,107	0,015	-0,015	0,069	0,093	0,265	0,043	0,212	0,156	0,287	0,106	0,306	0,280	0,186	0,248	0,447	0,209	0,064	0,410	0,292	0,369	0,039	0,147	0,083
Ln_Ta	-0,080	0,073	-0,064	-0,095	-0,014	-0,076	-0,245	0,073	-0,016	-0,054	0,165	-0,071	-0,042	0,044	0,178	-0,034	0,106	-0,074	0,077	0,104	0,285	0,285	0,025	0,069	0,105	-0,164	0,306	-0,244
Ln_Tb	-0,165	0,144	-0,044	-0,112	-0,088	0,113	-0,094	0,059	0,043	-0,073	-0,018	-0,104	0,032	0,804	0,304	0,265	0,916	0,641	0,726	0,830	0,349	0,184	0,197	0,907	0,882	-0,233	0,290	0,067
Ln_Te	0,395	-0,201	-0,075	0,420	-0,072	-0,188	0,136	-0,138	-0,129	0,413	-0,229	0,397	0,683	-0,051	0,356	0,561	-0,044	0,306	0,085	0,089	-0,265	-0,005	0,552	-0,070	-0,081	0,369	-0,060	0,192
Ln_Th	-0,042	-0,235	0,119	-0,039	0,023	-0,012	-0,016	-0,053	0,012	-0,136	-0,013	-0,050	0,060	0,335	0,165	0,188	0,625	0,355	0,402	0,415	0,278	-0,203	0,011	0,636	0,529	0,082	0,313	0,222
Ln_Tl	0,038	0,059	0,156	0,185	-0,001	-0,013	0,127	0,008	0,081	0,241	-0,178	0,079	0,265	0,412	0,553	0,335	0,233	0,152	0,507	0,363	-0,089	0,256	0,426	0,249	0,285	0,030	0,143	0,196
Ln_U	0,004	-0,287	0,021	0,018	0,032	-0,050	0,159	0,018	0,070	-0,049	-0,131	0,032	0,048	0,429	0,204	0,303	0,609	0,184	0,425	0,501	0,224	-0,113	0,073	0,629	0,536	0,066	0,522	0,094
Ln_W	0,356	-0,457	-0,031	0,306	0,105	-0,191	0,234	-0,146	-0,098	0,193	-0,111	0,318	0,588	-0,272	0,085	0,364	-0,123	0,047	-0,167	-0,273	-0,203	-0,293	0,249	-0,110	-0,300	0,576	0,040	0,333
Ln_Y	-0,169	0,110	-0,040	-0,100	-0,063	0,117	-0,082	0,053	0,074	-0,067	-0,054	-0,109	-0,008	0,786	0,319	0,247	0,892	0,604	0,705	0,862	0,424	0,185	0,166	0,874	0,959	-0,238	0,393	0,028
Ln_Yb	-0,203	0,134	-0,033	-0,144	-0,069	0,132	-0,141	0,061	0,095	-0,096	-0,018	-0,133	-0,083	0,697	0,235	0,156	0,825	0,512	0,623	0,841	0,497	0,177	0,119	0,800	0,991	-0,248	0,411	-0,056

* Determinante = 2.63E-023

….continuación

	Ln_Pb	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	0,388	-0,098	0,382	-0,123	0,184	-0,080	-0,165	0,395	-0,042	0,038	0,004	0,356	-0,169	-0,203
Ln_Ba	-0,269	0,045	-0,131	0,147	-0,066	0,073	0,144	-0,201	-0,235	0,059	-0,287	-0,457	0,110	0,134
Ln_Cr	-0,085	-0,006	0,002	-0,061	0,026	-0,064	-0,044	-0,075	0,119	0,156	0,021	-0,031	-0,040	-0,033
Ln_Cu	0,447	-0,049	0,432	-0,035	0,230	-0,095	-0,112	0,420	-0,039	0,185	0,018	0,306	-0,100	-0,144
Ln_Li	-0,132	0,057	-0,043	-0,063	-0,107	-0,014	-0,088	-0,072	0,023	-0,001	0,032	0,105	-0,063	-0,069
Ln_Mn	-0,110	0,034	-0,146	0,079	0,015	-0,076	0,113	-0,188	-0,012	-0,013	-0,050	-0,191	0,117	0,132
Ln_P	0,159	-0,021	0,160	-0,168	-0,015	-0,245	-0,094	0,136	-0,016	0,127	0,159	0,234	-0,082	-0,141
Ln_Sr	-0,108	-0,004	-0,078	0,068	0,069	0,073	0,059	-0,138	-0,053	0,008	0,018	-0,146	0,053	0,061
Ln_V	-0,076	0,063	-0,056	0,084	0,093	-0,016	0,043	-0,129	0,012	0,081	0,070	-0,098	0,074	0,095
Ln_Zn	0,475	-0,001	0,443	0,005	0,265	-0,054	-0,073	0,413	-0,136	0,241	-0,049	0,193	-0,067	-0,096
Ln_Zr	-0,228	-0,131	-0,147	0,064	0,043	0,165	-0,018	-0,229	-0,013	-0,178	-0,131	-0,111	-0,054	-0,018
Ln_Ag	0,475	0,014	0,421	-0,076	0,212	-0,071	-0,104	0,397	-0,050	0,079	0,032	0,318	-0,109	-0,133
Ln_As	0,736	0,026	0,829	0,171	0,156	-0,042	0,032	0,683	0,060	0,265	0,048	0,588	-0,008	-0,083
Ln_Be	0,330	0,682	0,118	0,691	0,287	0,044	0,804	-0,051	0,335	0,412	0,429	-0,272	0,786	0,697
Ln_Bi	0,514	0,321	0,411	0,346	0,106	0,178	0,304	0,356	0,165	0,553	0,204	0,085	0,319	0,235
Ln_Cd	0,861	0,233	0,720	0,247	0,306	-0,034	0,265	0,561	0,188	0,335	0,303	0,364	0,247	0,156
Ln_Ce	0,359	0,737	0,139	0,743	0,280	0,106	0,916	-0,044	0,625	0,233	0,609	-0,123	0,892	0,825
Ln_Co	0,416	0,356	0,374	0,733	0,186	-0,074	0,641	0,306	0,355	0,152	0,184	0,047	0,604	0,512
Ln_Cs	0,441	0,725	0,392	0,681	0,248	0,077	0,726	0,085	0,402	0,507	0,425	-0,167	0,705	0,623
Ln_Ga	0,402	0,766	0,151	0,828	0,447	0,104	0,830	0,089	0,415	0,363	0,501	-0,273	0,862	0,841
Ln_Hf	-0,189	0,283	-0,306	0,406	0,209	0,285	0,349	-0,265	0,278	-0,089	0,224	-0,203	0,424	0,497
Ln_Hg	-0,005	0,164	0,027	0,284	0,064	0,285	0,184	-0,005	-0,203	0,256	-0,113	-0,293	0,185	0,177
Ln_In	0,773	0,219	0,650	0,312	0,410	0,025	0,197	0,552	0,011	0,426	0,073	0,249	0,166	0,119
Ln_La	0,349	0,729	0,152	0,706	0,292	0,069	0,907	-0,070	0,636	0,249	0,629	-0,110	0,874	0,800
Ln_Lu	0,198	0,770	-0,049	0,823	0,369	0,105	0,882	-0,081	0,529	0,285	0,536	-0,300	0,959	0,991
Ln_Mo	0,300	-0,172	0,277	-0,277	0,039	-0,164	-0,233	0,369	0,082	0,030	0,066	0,576	-0,238	-0,248
Ln_Nb	0,068	0,380	-0,193	0,209	0,147	0,306	0,290	-0,060	0,313	0,143	0,522	0,040	0,393	0,411
Ln_Ni	0,237	-0,034	0,299	0,073	0,083	-0,244	0,067	0,192	0,222	0,196	0,094	0,333	0,028	-0,056
Ln_Pb	1	0,302	0,748	0,319	0,389	-0,002	0,310	0,569	0,236	0,309	0,300	0,393	0,282	0,190
Ln_Rb	0,302	1	0,054	0,671	0,345	-0,027	0,742	-0,065	0,548	0,475	0,638	-0,184	0,799	0,771
Ln_Sb	0,748	0,054	1	0,206	0,187	-0,108	0,128	0,610	0,118	0,274	0,021	0,440	0,045	-0,070
Ln_Sc	0,319	0,671	0,206	1	0,317	0,089	0,831	0,153	0,424	0,298	0,332	-0,179	0,840	0,800
Ln_Sn	0,389	0,345	0,187	0,317	1	0,142	0,302	0,084	0,159	0,134	0,259	0,027	0,336	0,376
Ln_Ta	-0,002	-0,027	-0,108	0,089	0,142	1	0,037	-0,088	-0,110	-0,094	0,001	-0,058	0,069	0,114
Ln_Tb	0,310	0,742	0,128	0,831	0,302	0,037	1	-0,042	0,595	0,246	0,531	-0,237	0,962	0,882
Ln_Te	0,569	-0,065	0,610	0,153	0,084	-0,088	-0,042	1	-0,114	0,235	-0,139	0,452	-0,037	-0,098
Ln_Th	0,236	0,548	0,118	0,424	0,159	-0,110	0,595	-0,114	1	0,147	0,747	0,161	0,591	0,529
Ln_Tl	0,309	0,475	0,274	0,298	0,134	-0,094	0,246	0,235	0,147	1	0,244	-0,083	0,323	0,262
Ln_U	0,300	0,638	0,021	0,332	0,259	0,001	0,531	-0,139	0,747	0,244	1	0,167	0,597	0,551
Ln_W	0,393	-0,184	0,440	-0,179	0,027	-0,058	-0,237	0,452	0,161	-0,083	0,167	1	-0,252	-0,298
Ln_Y	0,282	0,799	0,045	0,840	0,336	0,069	0,962	-0,037	0,591	0,323	0,597	-0,252	1	0,959
Ln_Yb	0,190	0,771	-0,070	0,800	0,376	0,114	0,882	-0,098	0,529	0,262	0,551	-0,298	0,959	1

Cuadro C24

Matriz de correlaciones* - Población 5 (intrusivos Cretácicos-paleógenos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni
Ln_Au	1	0,081	-0,169	0,154	0,002	-0,081	-0,373	-0,206	-0,236	0,288	-0,241	0,502	0,121	0,051	0,083	0,071	-0,039	0,093	-0,019	-0,108	-0,033	0,125	0,272	-0,052	-0,118	0,190	-0,112	-0,019
Ln_Ba	0,081	1	0,022	0,220	0,057	0,192	0,070	0,181	0,178	0,076	0,207	-0,033	-0,025	-0,059	0,084	-0,035	0,063	-0,040	0,050	0,093	0,139	0,127	0,144	0,080	0,121	-0,023	0,048	-0,081
Ln_Cr	-0,169	0,022	1	0,275	0,043	-0,051	0,310	-0,002	0,617	-0,033	0,280	-0,183	-0,162	-0,076	-0,032	-0,100	0,010	-0,041	-0,099	0,033	0,160	0,050	-0,167	0,028	0,116	-0,270	-0,073	0,236
Ln_Cu	0,154	0,220	0,275	1	0,325	0,182	0,287	-0,150	0,309	0,522	-0,088	0,355	0,157	-0,009	-0,041	0,196	0,016	0,197	-0,003	0,004	-0,110	-0,200	0,145	0,031	0,063	0,229	-0,065	0,214
Ln_Li	0,002	0,057	0,043	0,325	1	0,241	0,109	-0,279	-0,074	0,492	0,007	0,003	0,181	0,156	0,090	-0,050	0,083	0,147	0,199	0,001	-0,094	-0,138	0,083	0,083	-0,015	0,063	-0,010	0,113
Ln_Mn	-0,081	0,192	-0,051	0,182	0,241	1	0,017	-0,013	0,011	0,386	0,181	0,116	-0,016	0,173	0,002	0,104	0,108	0,096	0,023	0,084	0,113	0,058	0,223	0,092	0,121	0,137	0,098	-0,058
Ln_P	-0,373	0,070	0,310	0,287	0,109	0,017	1	0,048	0,501	-0,061	-0,161	-0,228	-0,215	-0,148	-0,299	-0,080	0,047	-0,124	-0,132	0,079	-0,096	-0,231	-0,315	0,104	0,167	-0,023	0,108	0,042
Ln_Sr	-0,206	0,181	-0,002	-0,150	-0,279	-0,013	0,048	1	0,163	-0,405	0,209	-0,187	-0,146	-0,085	-0,081	0,081	-0,006	-0,033	-0,053	0,103	0,103	0,160	-0,184	-0,009	0,085	-0,113	0,172	-0,021
Ln_V	-0,236	0,178	0,617	0,309	-0,074	0,011	0,501	0,163	1	-0,134	0,358	-0,225	-0,232	-0,117	-0,167	0,009	0,049	-0,039	-0,053	0,144	0,217	-0,061	-0,107	0,058	0,259	-0,180	0,004	-0,058
Ln_Zn	0,288	0,076	-0,033	0,522	0,492	0,386	-0,061	-0,405	-0,134	1	-0,036	0,482	0,169	0,131	0,103	0,158	-0,015	0,135	0,004	-0,079	-0,022	-0,107	0,299	-0,029	-0,052	0,304	-0,026	0,142
Ln_Zr	-0,241	0,207	0,280	-0,088	0,007	0,181	-0,161	0,209	0,358	-0,036	1	-0,302	-0,069	0,026	0,182	0,014	0,070	0,001	0,107	0,113	0,462	0,152	0,091	0,055	0,159	-0,198	0,011	-0,057
Ln_Ag	0,502	-0,033	-0,183	0,355	0,003	0,116	-0,228	-0,187	-0,225	0,482	-0,302	1	0,156	0,041	0,001	0,302	0,003	0,160	-0,137	-0,086	-0,029	-0,072	0,306	-0,018	-0,036	0,317	-0,089	0,060
Ln_As	0,121	-0,025	-0,162	0,157	0,181	-0,016	-0,215	-0,146	-0,232	0,169	-0,069	0,156	1	0,234	0,599	0,427	0,088	0,483	0,350	0,030	-0,405	-0,179	0,506	0,081	-0,173	0,432	-0,327	0,475
Ln_Be	0,051	-0,059	-0,076	-0,009	0,156	0,173	-0,148	-0,085	-0,117	0,131	0,026	0,041	0,234	1	0,447	0,405	0,675	0,622	0,623	0,623	0,095	0,083	0,431	0,650	0,541	0,019	0,234	0,212
Ln_Bi	0,083	0,084	-0,032	-0,041	0,090	0,002	-0,299	-0,081	-0,167	0,103	0,182	0,001	0,599	0,447	1	0,372	0,375	0,397	0,468	0,316	-0,070	-0,051	0,534	0,354	0,183	0,255	-0,022	0,250
Ln_Cd	0,071	-0,035	-0,100	0,196	-0,050	0,104	-0,080	0,081	0,009	0,158	0,014	0,302	0,427	0,405	0,372	1	0,475	0,554	0,420	0,493	-0,006	-0,118	0,412	0,428	0,346	0,247	0,206	0,320
Ln_Ce	-0,039	0,063	0,010	0,016	0,083	0,108	0,047	-0,006	0,049	-0,015	0,070	0,003	0,088	0,675	0,375	0,475	1	0,557	0,689	0,835	0,273	-0,051	0,213	0,987	0,837	-0,063	0,508	0,101
Ln_Co	0,093	-0,040	-0,041	0,197	0,147	0,096	-0,124	-0,033	-0,039	0,135	0,001	0,160	0,483	0,622	0,397	0,554	0,557	1	0,551	0,592	0,010	-0,043	0,398	0,524	0,422	0,084	-0,044	0,499
Ln_Cs	-0,019	0,050	-0,099	-0,003	0,199	0,023	-0,132	-0,053	-0,053	0,004	0,107	-0,137	0,350	0,623	0,468	0,420	0,689	0,551	1	0,639	0,053	0,001	0,242	0,663	0,475	-0,001	0,244	0,144
Ln_Ga	-0,108	0,093	0,033	0,004	0,001	0,084	0,079	0,103	0,144	-0,079	0,113	-0,086	0,030	0,623	0,316	0,493	0,835	0,592	0,639	1	0,319	-0,064	0,119	0,814	0,813	-0,082	0,507	0,089
Ln_Hf	-0,033	0,139	0,160	-0,110	-0,094	0,113	-0,096	0,103	0,217	-0,022	0,462	-0,029	-0,405	0,095	-0,070	-0,006	0,273	0,010	0,053	0,319	1	0,120	-0,064	0,262	0,461	-0,252	0,384	-0,156
Ln_Hg	0,125	0,127	0,050	-0,200	-0,138	0,058	-0,231	0,160	-0,061	-0,107	0,152	-0,072	-0,179	0,083	-0,051	-0,118	-0,051	-0,043	0,001	-0,064	0,120	1	0,012	-0,090	0,024	-0,180	0,037	-0,098
Ln_In	0,272	0,144	-0,167	0,145	0,083	0,223	-0,315	-0,184	-0,107	0,299	0,091	0,306	0,506	0,431	0,534	0,412	0,213	0,398	0,242	0,119	-0,064	0,012	1	0,171	0,050	0,348	-0,157	0,159
Ln_La	-0,052	0,080	0,028	0,031	0,083	0,092	0,104	-0,009	0,058	-0,029	0,055	-0,018	0,081	0,650	0,354	0,428	0,987	0,524	0,663	0,814	0,262	-0,090	0,171	1	0,816	-0,067	0,498	0,132
Ln_Lu	-0,118	0,121	0,116	0,063	-0,015	0,121	0,167	0,085	0,259	-0,052	0,159	-0,036	-0,173	0,541	0,183	0,346	0,837	0,422	0,475	0,813	0,461	0,024	0,050	0,816	1	-0,096	0,577	-0,031
Ln_Mo	0,190	-0,023	-0,270	0,229	0,063	0,137	-0,023	-0,113	-0,180	0,304	-0,198	0,317	0,432	0,019	0,255	0,247	-0,063	0,084	-0,001	-0,082	-0,252	-0,180	0,348	-0,067	-0,096	1	-0,016	0,230
Ln_Nb	-0,112	0,048	-0,073	-0,065	-0,010	0,098	0,108	0,172	0,004	-0,026	0,011	-0,089	-0,327	0,234	-0,022	0,206	0,508	-0,044	0,244	0,507	0,384	0,037	-0,157	0,498	0,577	-0,016	1	-0,237
Ln_Ni	-0,019	-0,081	0,236	0,214	0,113	-0,058	0,042	-0,021	-0,058	0,142	-0,057	0,060	0,475	0,212	0,250	0,320	0,101	0,499	0,144	0,089	-0,156	-0,098	0,159	0,132	-0,031	0,230	-0,237	1
Ln_Pb	0,123	0,049	-0,017	0,169	0,034	0,075	-0,217	-0,085	-0,059	0,207	0,097	0,252	0,612	0,412	0,644	0,634	0,380	0,567	0,370	0,371	-0,041	-0,167	0,596	0,358	0,253	0,213	-0,129	0,396
Ln_Rb	-0,157	0,060	-0,001	0,110	0,079	0,039	0,154	-0,004	0,139	-0,011	-0,026	-0,078	-0,078	0,440	0,190	0,310	0,646	0,342	0,663	0,758	0,167	-0,067	-0,029	0,634	0,692	0,039	0,501	0,002
Ln_Sb	0,189	0,092	-0,153	0,135	0,068	0,103	-0,252	-0,156	-0,192	0,172	0,077	0,250	0,819	0,252	0,672	0,434	0,165	0,431	0,296	0,066	-0,193	-0,131	0,619	0,162	-0,075	0,382	-0,312	0,335
Ln_Sc	-0,024	0,094	0,078	0,011	0,002	0,065	-0,003	0,066	0,166	-0,076	0,183	-0,051	0,106	0,630	0,335	0,435	0,718	0,709	0,654	0,820	0,358	0,043	0,268	0,693	0,758	-0,169	0,240	0,149
Ln_Sn	0,108	0,161	-0,035	0,061	-0,046	0,092	-0,054	-0,069	0,100	0,098	0,099	0,055	0,162	0,297	0,317	0,263	0,371	0,239	0,330	0,351	0,199	-0,059	0,376	0,358	0,371	0,130	0,116	0,041
Ln_Ta	-0,079	0,054	0,016	-0,222	-0,016	0,108	-0,159	0,186	-0,057	-0,098	0,257	-0,277	-0,085	-0,045	0,018	0,012	-0,061	-0,195	0,054	-0,055	0,233	0,290	-0,041	-0,065	-0,009	-0,088	0,111	-0,015
Ln_Tb	-0,009	0,088	0,027	0,041	0,051	0,107	0,048	0,029	0,115	-0,014	0,107	-0,011	0,039	0,719	0,346	0,490	0,938	0,610	0,673	0,842	0,317	0,001	0,241	0,905	0,892	-0,120	0,450	0,062
Ln_Te	0,266	-0,006	-0,103	0,159	-0,077	0,104	-0,224	-0,072	-0,160	0,103	-0,093	0,374	0,407	0,055	0,324	0,258	-0,113	0,313	-0,017	-0,109	-0,138	0,095	0,421	-0,139	-0,156	0,378	-0,366	0,162
Ln_Th	-0,201	-0,011	0,137	0,039	-0,032	-0,078	0,340	0,019	0,247	-0,167	0,009	-0,154	-0,048	0,269	0,210	0,273	0,654	0,243	0,443	0,591	0,173	-0,252	-0,067	0,673	0,676	-0,004	0,427	0,089
Ln_Tl	-0,134	0,064	0,073	0,145	0,040	-0,174	0,299	-0,015	0,006	-0,051	-0,163	-0,190	0,132	0,127	0,171	-0,085	0,169	0,075	0,285	0,151	-0,154	0,026	-0,134	0,245	0,108	-0,051	0,006	0,294
Ln_U	-0,200	-0,035	-0,003	-0,020	-0,064	0,043	0,227	0,082	0,116	-0,088	0,021	-0,114	0,000	0,164	0,186	0,390	0,501	0,102	0,375	0,479	0,092	-0,135	-0,078	0,504	0,530	0,155	0,489	0,019
Ln_W	-0,109	-0,009	-0,078	0,135	0,025	-0,163	0,159	-0,032	-0,137	-0,028	-0,143	-0,041	0,625	-0,070	0,369	0,190	-0,037	0,182	0,114	-0,012	-0,385	-0,294	0,114	0,002	-0,101	0,454	-0,188	0,394
Ln_Y	-0,091	0,083	0,077	0,058	0,000	0,115	0,138	0,069	0,205	-0,046	0,128	-0,030	-0,096	0,626	0,247	0,448	0,899	0,507	0,584	0,831	0,395	0,018	0,109	0,879	0,962	-0,103	0,537	0,025
Ln_Yb	-0,094	0,119	0,111	0,066	-0,022	0,137	0,153	0,080	0,273	-0,042	0,170	-0,028	-0,190	0,545	0,179	0,366	0,836	0,416	0,470	0,816	0,472	0,008	0,071	0,809	0,989	-0,097	0,587	-0,063

* Determinante = 1.48E-021

….continuación

	Ln_Pb	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	0,123	-0,157	0,189	-0,024	0,108	-0,079	-0,009	0,266	-0,201	-0,134	-0,200	-0,109	-0,091	-0,094
Ln_Ba	0,049	0,060	0,092	0,094	0,161	0,054	0,088	-0,006	-0,011	0,064	-0,035	-0,009	0,083	0,119
Ln_Cr	-0,017	-0,001	-0,153	0,078	-0,035	0,016	0,027	-0,103	0,137	0,073	-0,003	-0,078	0,077	0,111
Ln_Cu	0,169	0,110	0,135	0,011	0,061	-0,222	0,041	0,159	0,039	0,145	-0,020	0,135	0,058	0,066
Ln_Li	0,034	0,079	0,068	0,002	-0,046	-0,016	0,051	-0,077	-0,032	0,040	-0,064	0,025	0,000	-0,022
Ln_Mn	0,075	0,039	0,103	0,065	0,092	0,108	0,107	0,104	-0,078	-0,174	0,043	-0,163	0,115	0,137
Ln_P	-0,217	0,154	-0,252	-0,003	-0,054	-0,159	0,048	-0,224	0,340	0,299	0,227	0,159	0,138	0,153
Ln_Sr	-0,085	-0,004	-0,156	0,066	-0,069	0,186	0,029	-0,072	0,019	-0,015	0,082	-0,032	0,069	0,080
Ln_V	-0,059	0,139	-0,192	0,166	0,100	-0,057	0,115	-0,160	0,247	0,006	0,116	-0,137	0,205	0,273
Ln_Zn	0,207	-0,011	0,172	-0,076	0,098	-0,098	-0,014	0,103	-0,167	-0,051	-0,088	-0,028	-0,046	-0,042
Ln_Zr	0,097	-0,026	0,077	0,183	0,099	0,257	0,107	-0,093	0,009	-0,163	0,021	-0,143	0,128	0,170
Ln_Ag	0,252	-0,078	0,250	-0,051	0,055	-0,277	-0,011	0,374	-0,154	-0,190	-0,114	-0,041	-0,030	-0,028
Ln_As	0,612	-0,078	0,819	0,106	0,162	-0,085	0,039	0,407	-0,048	0,132	0,000	0,625	-0,096	-0,190
Ln_Be	0,412	0,440	0,252	0,630	0,297	-0,045	0,719	0,055	0,269	0,127	0,164	-0,070	0,626	0,545
Ln_Bi	0,644	0,190	0,672	0,335	0,317	0,018	0,346	0,324	0,210	0,171	0,186	0,369	0,247	0,179
Ln_Cd	0,634	0,310	0,434	0,435	0,263	0,012	0,490	0,258	0,273	-0,085	0,390	0,190	0,448	0,366
Ln_Ce	0,380	0,646	0,165	0,718	0,371	-0,061	0,938	-0,113	0,654	0,169	0,501	-0,037	0,899	0,836
Ln_Co	0,567	0,342	0,431	0,709	0,239	-0,195	0,610	0,313	0,243	0,075	0,102	0,182	0,507	0,416
Ln_Cs	0,370	0,663	0,296	0,654	0,330	0,054	0,673	-0,017	0,443	0,285	0,375	0,114	0,584	0,470
Ln_Ga	0,371	0,758	0,066	0,820	0,351	-0,055	0,842	-0,109	0,591	0,151	0,479	-0,012	0,831	0,816
Ln_Hf	-0,041	0,167	-0,193	0,358	0,199	0,233	0,317	-0,138	0,173	-0,154	0,092	-0,385	0,395	0,472
Ln_Hg	-0,167	-0,067	-0,131	0,043	-0,059	0,290	0,001	0,095	-0,252	0,026	-0,135	-0,294	0,018	0,008
Ln_In	0,596	-0,029	0,619	0,268	0,376	-0,041	0,241	0,421	-0,067	-0,134	-0,078	0,114	0,109	0,071
Ln_La	0,358	0,634	0,162	0,693	0,358	-0,065	0,905	-0,139	0,673	0,245	0,504	0,002	0,879	0,809
Ln_Lu	0,253	0,692	-0,075	0,758	0,371	-0,009	0,892	-0,156	0,676	0,108	0,530	-0,101	0,962	0,989
Ln_Mo	0,213	0,039	0,382	-0,169	0,130	-0,088	-0,120	0,378	-0,004	-0,051	0,155	0,454	-0,103	-0,097
Ln_Nb	-0,129	0,501	-0,312	0,240	0,116	0,111	0,450	-0,366	0,427	0,006	0,489	-0,188	0,537	0,587
Ln_Ni	0,396	0,002	0,335	0,149	0,041	-0,015	0,062	0,162	0,089	0,294	0,019	0,394	0,025	-0,063
Ln_Pb	1	0,148	0,694	0,454	0,405	-0,066	0,398	0,320	0,214	0,069	0,185	0,317	0,313	0,257
Ln_Rb	0,148	1	-0,085	0,603	0,310	-0,024	0,637	-0,171	0,622	0,332	0,548	0,048	0,701	0,688
Ln_Sb	0,694	-0,085	1	0,165	0,272	-0,069	0,122	0,461	0,037	0,086	-0,019	0,492	0,001	-0,081
Ln_Sc	0,454	0,603	0,165	1	0,384	-0,017	0,814	0,126	0,484	0,142	0,302	-0,008	0,795	0,739
Ln_Sn	0,405	0,310	0,272	0,384	1	0,041	0,372	0,017	0,264	0,060	0,206	0,101	0,361	0,365
Ln_Ta	-0,066	-0,024	-0,069	-0,017	0,041	1	-0,029	-0,072	-0,089	-0,019	0,072	-0,097	0,004	-0,010
Ln_Tb	0,398	0,637	0,122	0,814	0,372	-0,029	1	-0,062	0,615	0,109	0,455	-0,076	0,953	0,898
Ln_Te	0,320	-0,171	0,461	0,126	0,017	-0,072	-0,062	1	-0,195	-0,011	-0,126	0,200	-0,078	-0,162
Ln_Th	0,214	0,622	0,037	0,484	0,264	-0,089	0,615	-0,195	1	0,255	0,777	0,206	0,677	0,671
Ln_Tl	0,069	0,332	0,086	0,142	0,060	-0,019	0,109	-0,011	0,255	1	0,151	0,312	0,153	0,056
Ln_U	0,185	0,548	-0,019	0,302	0,206	0,072	0,455	-0,126	0,777	0,151	1	0,268	0,548	0,542
Ln_W	0,317	0,048	0,492	-0,008	0,101	-0,097	-0,076	0,200	0,206	0,312	0,268	1	-0,090	-0,140
Ln_Y	0,313	0,701	0,001	0,795	0,361	0,004	0,953	-0,078	0,677	0,153	0,548	-0,090	1	0,962
Ln_Yb	0,257	0,688	-0,081	0,739	0,365	-0,010	0,898	-0,162	0,671	0,056	0,542	-0,140	0,962	1

Cuadro C25

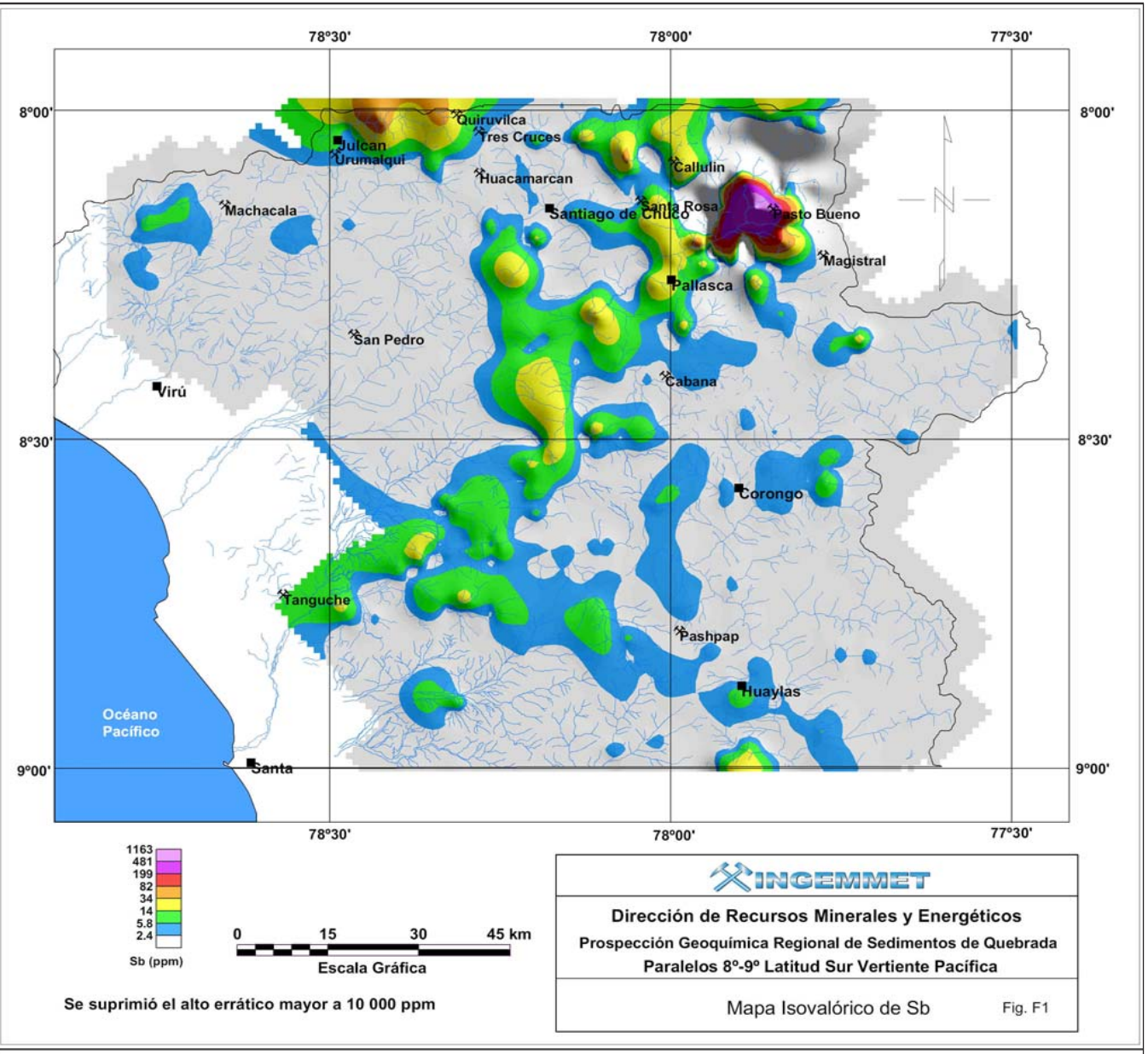
Matriz de correlaciones* - Población 6 (intrusivos neógenos)

	Ln_Au	Ln_Ba	Ln_Cr	Ln_Cu	Ln_Li	Ln_Mn	Ln_P	Ln_Sr	Ln_V	Ln_Zn	Ln_Zr	Ln_Ag	Ln_As	Ln_Be	Ln_Bi	Ln_Cd	Ln_Ce	Ln_Co	Ln_Cs	Ln_Ga	Ln_Hf	Ln_Hg	Ln_In	Ln_La	Ln_Lu	Ln_Mo	Ln_Nb	Ln_Ni	Ln_Pb
Ln_Au	1	0,342	0,158	0,383	-0,016	0,505	-0,006	0,238	-0,081	0,467	-0,055	0,469	0,291	0,166	0,382	0,387	0,119	0,225	-0,026	0,094	0,263	-0,136	0,334	0,096	0,301	0,203	0,076	0,211	0,361
Ln_Ba	0,342	1	0,137	0,297	0,155	0,370	0,469	0,733	0,456	0,138	0,220	0,301	0,227	0,064	0,177	0,178	0,212	0,174	0,237	0,137	0,264	0,068	0,198	0,185	0,139	-0,021	-0,041	0,213	0,159
Ln_Cr	0,158	0,137	1	0,261	0,082	0,203	-0,023	-0,036	0,088	0,177	-0,174	0,161	0,223	0,159	0,336	0,202	0,111	0,267	0,134	0,030	0,090	-0,153	0,330	0,092	0,159	0,093	-0,070	0,281	0,287
Ln_Cu	0,383	0,297	0,261	1	-0,095	0,612	0,048	0,120	-0,040	0,804	-0,194	0,759	0,513	0,202	0,649	0,438	-0,039	0,131	-0,133	-0,134	0,072	-0,182	0,529	-0,115	0,129	0,304	0,067	0,131	0,486
Ln_Li	-0,016	0,155	0,082	-0,095	1	0,090	-0,071	0,058	0,145	0,032	0,050	-0,049	-0,001	0,016	-0,132	0,012	0,161	0,215	0,374	0,278	-0,109	0,090	-0,141	0,177	0,108	0,128	0,195	0,265	-0,095
Ln_Mn	0,505	0,370	0,203	0,612	0,090	1	-0,093	0,152	-0,225	0,792	-0,248	0,672	0,466	0,364	0,485	0,577	0,085	0,368	0,012	-0,078	0,218	-0,026	0,409	0,023	0,334	0,326	0,072	0,284	0,490
Ln_P	-0,006	0,469	-0,023	0,048	-0,071	-0,093	1	0,462	0,634	-0,233	0,270	-0,085	-0,110	-0,270	-0,141	-0,244	0,118	-0,116	-0,078	0,005	0,083	-0,069	-0,219	0,105	-0,130	-0,130	-0,154	-0,139	-0,246
Ln_Sr	0,238	0,733	-0,036	0,120	0,058	0,152	0,462	1	0,324	-0,001	0,361	0,149	0,073	0,055	0,010	0,052	0,074	0,117	0,110	0,028	0,138	0,063	0,045	0,050	0,042	-0,168	-0,179	0,083	0,039
Ln_V	-0,081	0,456	0,088	-0,040	0,145	-0,225	0,634	0,324	1	-0,347	0,365	-0,113	-0,251	-0,303	-0,352	-0,365	0,106	-0,098	-0,042	0,180	0,211	0,066	-0,303	0,141	-0,064	-0,210	-0,038	-0,043	-0,402
Ln_Zn	0,467	0,138	0,177	0,804	0,032	0,792	-0,233	-0,001	-0,347	1	-0,302	0,820	0,533	0,370	0,648	0,593	-0,017	0,222	-0,037	-0,083	0,095	-0,179	0,533	-0,083	0,214	0,431	0,116	0,241	0,582
Ln_Zr	-0,055	0,220	-0,174	-0,194	0,050	-0,248	0,270	0,361	0,365	-0,302	1	-0,155	-0,203	-0,105	-0,219	-0,135	-0,056	-0,110	0,065	0,122	0,088	0,211	-0,065	-0,021	0,012	-0,221	-0,136	-0,102	-0,141
Ln_Ag	0,469	0,301	0,161	0,759	-0,049	0,672	-0,085	0,149	-0,113	0,820	-0,155	1	0,496	0,290	0,566	0,513	-0,019	0,179	-0,041	-0,045	0,181	-0,090	0,496	-0,068	0,210	0,358	0,054	0,207	0,570
Ln_As	0,291	0,227	0,223	0,513	-0,001	0,466	-0,110	0,073	-0,251	0,533	-0,203	0,496	1	0,602	0,751	0,830	0,146	0,577	0,339	0,100	-0,211	-0,131	0,716	0,111	0,323	0,426	-0,002	0,576	0,823
Ln_Be	0,166	0,064	0,159	0,202	0,016	0,364	-0,270	0,055	-0,303	0,370	-0,105	0,290	0,602	1	0,462	0,696	0,273	0,619	0,479	0,135	-0,100	0,011	0,474	0,218	0,386	0,115	0,009	0,589	0,610
Ln_Bi	0,382	0,177	0,336	0,649	-0,132	0,485	-0,141	0,010	-0,352	0,648	-0,219	0,566	0,751	0,462	1	0,725	0,257	0,301	0,249	0,176	-0,089	-0,315	0,800	0,209	0,287	0,408	0,076	0,370	0,847
Ln_Cd	0,387	0,178	0,202	0,438	0,012	0,577	-0,244	0,052	-0,365	0,593	-0,135	0,513	0,830	0,696	0,725	1	0,229	0,635	0,414	0,132	-0,093	-0,026	0,689	0,186	0,474	0,386	0,059	0,601	0,848
Ln_Ce	0,119	0,212	0,111	-0,039	0,161	0,085	0,118	0,074	0,106	-0,017	-0,056	-0,019	0,146	0,273	0,257	0,229	1	0,190	0,415	0,678	0,102	-0,165	0,016	0,975	0,534	0,191	0,482	0,335	0,141
Ln_Co	0,225	0,174	0,267	0,131	0,215	0,368	-0,116	0,117	-0,098	0,222	-0,110	0,179	0,577	0,619	0,301	0,635	0,190	1	0,509	0,120	0,068	0,005	0,292	0,152	0,468	0,082	-0,146	0,728	0,431
Ln_Cs	-0,026	0,237	0,134	-0,133	0,374	0,012	-0,078	0,110	-0,042	-0,037	0,065	-0,041	0,339	0,479	0,249	0,414	0,415	0,509	1	0,496	-0,100	0,006	0,265	0,405	0,337	-0,013	0,041	0,470	0,355
Ln_Ga	0,094	0,137	0,030	-0,134	0,278	-0,078	0,005	0,028	0,180	-0,083	0,122	-0,045	0,100	0,135	0,176	0,132	0,678	0,120	0,496	1	0,195	-0,170	-0,014	0,741	0,415	0,161	0,536	0,366	0,106
Ln_Hf	0,263	0,264	0,090	0,072	-0,109	0,218	0,083	0,138	0,211	0,095	0,088	0,181	-0,211	-0,100	-0,089	-0,093	0,102	0,068	-0,100	0,195	1	0,072	-0,096	0,101	0,226	-0,274	0,045	-0,010	-0,083
Ln_Hg	-0,136	0,068	-0,153	-0,182	0,090	-0,026	-0,069	0,063	0,066	-0,179	0,211	-0,090	-0,131	0,011	-0,315	-0,026	-0,165	0,005	0,006	-0,170	0,072	1	-0,163	-0,183	0,004	-0,263	-0,170	-0,050	-0,083
Ln_In	0,334	0,198	0,330	0,529	-0,141	0,409	-0,219	0,045	-0,303	0,533	-0,065	0,496	0,716	0,474	0,800	0,689	0,016	0,292	0,265	-0,014	-0,096	-0,163	1	-0,059	0,201	0,272	-0,179	0,230	0,849
Ln_La	0,096	0,185	0,092	-0,115	0,177	0,023	0,105	0,050	0,141	-0,083	-0,021	-0,068	0,111	0,218	0,209	0,186	0,975	0,152	0,405	0,741	0,101	-0,183	-0,059	1	0,492	0,194	0,508	0,354	0,088
Ln_Lu	0,301	0,139	0,159	0,129	0,108	0,334	-0,130	0,042	-0,064	0,214	0,012	0,210	0,323	0,386	0,287	0,474	0,534	0,468	0,337	0,415	0,226	0,004	0,201	0,492	1	0,111	0,343	0,322	0,326
Ln_Mo	0,203	-0,021	0,093	0,304	0,128	0,326	-0,130	-0,168	-0,210	0,431	-0,221	0,358	0,426	0,115	0,408	0,386	0,191	0,082	-0,013	0,161	-0,274	-0,263	0,272	0,194	0,111	1	0,422	0,260	0,307
Ln_Nb	0,076	-0,041	-0,070	0,067	0,195	0,072	-0,154	-0,179	-0,038	0,116	-0,136	0,054	-0,002	0,009	0,076	0,059	0,482	-0,146	0,041	0,536	0,045	-0,170	-0,179	0,508	0,343	0,422	1	0,122	-0,093
Ln_Ni	0,211	0,213	0,281	0,131	0,265	0,284	-0,139	0,083	-0,043	0,241	-0,102	0,207	0,576	0,589	0,370	0,601	0,335	0,728	0,470	0,366	-0,010	-0,050	0,230	0,354	0,322	0,260	0,122	1	0,464
Ln_Pb	0,361	0,159	0,287	0,486	-0,095	0,490	-0,246	0,039	-0,402	0,582	-0,141	0,570	0,823	0,610	0,847	0,848	0,141	0,431	0,355	0,106	-0,083	-0,083	0,849	0,088	0,326	0,307	-0,093	0,464	1
Ln_Rb	-0,041	0,030	0,003	-0,171	0,391	-0,131	0,004	-0,001	0,095	-0,114	0,109	-0,183	-0,121	0,091	-0,031	-0,034	0,446	0,002	0,547	0,700	-0,003	-0,120	-0,154	0,477	0,292	0,085	0,537	0,129	-0,126
Ln_Sb	0,314	0,217	0,258	0,609	-0,063	0,453	-0,080	0,097	-0,276	0,624	-0,122	0,619	0,819	0,482	0,874	0,775	0,148	0,339	0,246	0,067	-0,116	-0,163	0,770	0,103	0,196	0,374	-0,044	0,422	0,864
Ln_Sc	0,128	0,177	0,083	0,026	0,112	0,094	-0,024	0,221	0,001	0,053	0,154	0,139	0,338	0,434	0,182	0,366	0,143	0,582	0,557	0,377	0,256	0,080	0,321	0,089	0,446	-0,172	-0,173	0,407	0,377
Ln_Sn	0,288	0,033	0,208	0,177	0,132	0,354	-0,415	-0,170	-0,269	0,371	0,031	0,276	0,413	0,331	0,489	0,529	0,219	0,227	0,237	0,437	0,122	0,031	0,416	0,269	0,446	0,384	0,394	0,464	0,516
Ln_Ta	-0,001	0,057	0,056	0,261	0,044	0,263	0,065	0,085	-0,080	0,220	-0,048	0,250	0,163	0,005	0,127	0,176	-0,174	0,143	-0,077	-0,104	-0,072	-0,038	0,138	-0,205	-0,072	0,183	-0,102	0,057	0,118
Ln_Tb	0,167	0,204	0,166	-0,103	0,210	0,156	0,030	0,137	0,072	-0,008	0,054	0,002	0,163	0,458	0,109	0,342	0,756	0,529	0,537	0,489	0,153	0,053	0,029	0,697	0,748	-0,005	0,174	0,463	0,187
Ln_Te	0,362	0,154	0,207	0,719	-0,149	0,510	-0,140	0,059	-0,361	0,719	-0,128	0,667	0,714	0,473	0,856	0,699	0,001	0,244	0,120	-0,032	-0,056	-0,174	0,822	-0,071	0,174	0,344	-0,087	0,284	0,818
Ln_Th	0,084	0,041	0,238	0,103	-0,041	-0,021	0,200	-0,068	0,139	-0,073	-0,073	-0,080	0,013	-0,174	0,232	-0,099	0,541	-0,114	0,065	0,343	-0,063	-0,412	-0,021	0,539	0,351	0,243	0,382	-0,080	-0,061
Ln_Tl	-0,008	0,129	0,098	0,120	0,071	0,095	-0,035	0,077	-0,082	0,118	-0,042	0,084	0,318	0,110	0,291	0,256	0,076	0,095	0,322	0,336	-0,074	-0,093	0,307	0,076	0,146	0,180	0,261	0,166	0,285
Ln_U	0,051	-0,144	-0,045	-0,014	0,225	0,064	-0,143	-0,237	-0,117	0,080	-0,001	-0,086	-0,045	0,025	0,080	0,056	0,429	-0,116	0,118	0,392	-0,179	-0,215	-0,208	0,485	0,283	0,366	0,674	0,110	-0,100
Ln_W	0,338	0,091	0,251	0,575	0,071	0,392	-0,018	-0,105	-0,184	0,566	-0,241	0,461	0,538	0,218	0,754	0,502	0,280	0,128	0,125	0,186	-0,234	-0,489	0,500	0,277	0,200	0,651	0,346	0,250	0,506
Ln_Y	0,213	0,190	0,116	-0,107	0,193	0,189	-0,015	0,130	0,049	0,013	0,068	0,049	0,203	0,439	0,125	0,397	0,705	0,508	0,505	0,547	0,201	0,044	0,014	0,683	0,869	0,017	0,279	0,450	0,221
Ln_Yb	0,285	0,160	0,114	0,093	0,117	0,334	-0,099	0,043	-0,023	0,189	-0,007	0,195	0,320	0,366	0,260	0,469	0,574	0,474	0,326	0,437	0,211	-0,020	0,165	0,539	0,970	0,134	0,357	0,361	0,312

* Determinante = 1.04E-025

….continuación

	Ln_Rb	Ln_Sb	Ln_Sc	Ln_Sn	Ln_Ta	Ln_Tb	Ln_Te	Ln_Th	Ln_Tl	Ln_U	Ln_W	Ln_Y	Ln_Yb
Ln_Au	-0,041	0,314	0,128	0,288	-0,001	0,167	0,362	0,084	-0,008	0,051	0,338	0,213	0,285
Ln_Ba	0,030	0,217	0,177	0,033	0,057	0,204	0,154	0,041	0,129	-0,144	0,091	0,190	0,160
Ln_Cr	0,003	0,258	0,083	0,208	0,056	0,166	0,207	0,238	0,098	-0,045	0,251	0,116	0,114
Ln_Cu	-0,171	0,609	0,026	0,177	0,261	-0,103	0,719	0,103	0,120	-0,014	0,575	-0,107	0,093
Ln_Li	0,391	-0,063	0,112	0,132	0,044	0,210	-0,149	-0,041	0,071	0,225	0,071	0,193	0,117
Ln_Mn	-0,131	0,453	0,094	0,354	0,263	0,156	0,510	-0,021	0,095	0,064	0,392	0,189	0,334
Ln_P	0,004	-0,080	-0,024	-0,415	0,065	0,030	-0,140	0,200	-0,035	-0,143	-0,018	-0,015	-0,099
Ln_Sr	-0,001	0,097	0,221	-0,170	0,085	0,137	0,059	-0,068	0,077	-0,237	-0,105	0,130	0,043
Ln_V	0,095	-0,276	0,001	-0,269	-0,080	0,072	-0,361	0,139	-0,082	-0,117	-0,184	0,049	-0,023
Ln_Zn	-0,114	0,624	0,053	0,371	0,220	-0,008	0,719	-0,073	0,118	0,080	0,566	0,013	0,189
Ln_Zr	0,109	-0,122	0,154	0,031	-0,048	0,054	-0,128	-0,073	-0,042	-0,001	-0,241	0,068	-0,007
Ln_Ag	-0,183	0,619	0,139	0,276	0,250	0,002	0,667	-0,080	0,084	-0,086	0,461	0,049	0,195
Ln_As	-0,121	0,819	0,338	0,413	0,163	0,163	0,714	0,013	0,318	-0,045	0,538	0,203	0,320
Ln_Be	0,091	0,482	0,434	0,331	0,005	0,458	0,473	-0,174	0,110	0,025	0,218	0,439	0,366
Ln_Bi	-0,031	0,874	0,182	0,489	0,127	0,109	0,856	0,232	0,291	0,080	0,754	0,125	0,260
Ln_Cd	-0,034	0,775	0,366	0,529	0,176	0,342	0,699	-0,099	0,256	0,056	0,502	0,397	0,469
Ln_Ce	0,446	0,148	0,143	0,219	-0,174	0,756	0,001	0,541	0,076	0,429	0,280	0,705	0,574
Ln_Co	0,002	0,339	0,582	0,227	0,143	0,529	0,244	-0,114	0,095	-0,116	0,128	0,508	0,474
Ln_Cs	0,547	0,246	0,557	0,237	-0,077	0,537	0,120	0,065	0,322	0,118	0,125	0,505	0,326
Ln_Ga	0,700	0,067	0,377	0,437	-0,104	0,489	-0,032	0,343	0,336	0,392	0,186	0,547	0,437
Ln_Hf	-0,003	-0,116	0,256	0,122	-0,072	0,153	-0,056	-0,063	-0,074	-0,179	-0,234	0,201	0,211
Ln_Hg	-0,120	-0,163	0,080	0,031	-0,038	0,053	-0,174	-0,412	-0,093	-0,215	-0,489	0,044	-0,020
Ln_In	-0,154	0,770	0,321	0,416	0,138	0,029	0,822	-0,021	0,307	-0,208	0,500	0,014	0,165
Ln_La	0,477	0,103	0,089	0,269	-0,205	0,697	-0,071	0,539	0,076	0,485	0,277	0,683	0,539
Ln_Lu	0,292	0,196	0,446	0,446	-0,072	0,748	0,174	0,351	0,146	0,283	0,200	0,869	0,970
Ln_Mo	0,085	0,374	-0,172	0,384	0,183	-0,005	0,344	0,243	0,180	0,366	0,651	0,017	0,134
Ln_Nb	0,537	-0,044	-0,173	0,394	-0,102	0,174	-0,087	0,382	0,261	0,674	0,346	0,279	0,357
Ln_Ni	0,129	0,422	0,407	0,464	0,057	0,463	0,284	-0,080	0,166	0,110	0,250	0,450	0,361
Ln_Pb	-0,126	0,864	0,377	0,516	0,118	0,187	0,818	-0,061	0,285	-0,100	0,506	0,221	0,312
Ln_Rb	1	-0,195	0,147	0,213	-0,164	0,366	-0,196	0,379	0,346	0,580	0,149	0,414	0,273
Ln_Sb	-0,195	1	0,223	0,441	0,224	0,045	0,878	0,009	0,303	-0,083	0,626	0,067	0,188
Ln_Sc	0,147	0,223	1	0,199	0,061	0,464	0,245	-0,157	0,180	-0,391	-0,158	0,461	0,407
Ln_Sn	0,213	0,441	0,199	1	0,004	0,153	0,415	0,077	0,272	0,279	0,423	0,293	0,424
Ln_Ta	-0,164	0,224	0,061	0,004	1	-0,129	0,208	-0,097	0,173	-0,135	0,101	-0,163	-0,069
Ln_Tb	0,366	0,045	0,464	0,153	-0,129	1	-0,033	0,285	-0,021	0,246	0,017	0,940	0,777
Ln_Te	-0,196	0,878	0,245	0,415	0,208	-0,033	1	-0,071	0,268	-0,100	0,595	-0,027	0,134
Ln_Th	0,379	0,009	-0,157	0,077	-0,097	0,285	-0,071	1	0,025	0,482	0,432	0,304	0,353
Ln_Tl	0,346	0,303	0,180	0,272	0,173	-0,021	0,268	0,025	1	0,161	0,190	0,049	0,161
Ln_U	0,580	-0,083	-0,391	0,279	-0,135	0,246	-0,100	0,482	0,161	1	0,379	0,304	0,303
Ln_W	0,149	0,626	-0,158	0,423	0,101	0,017	0,595	0,432	0,190	0,379	1	0,056	0,189
Ln_Y	0,414	0,067	0,461	0,293	-0,163	0,940	-0,027	0,304	0,049	0,304	0,056	1	0,890
Ln_Yb	0,273	0,188	0,407	0,424	-0,069	0,777	0,134	0,353	0,161	0,303	0,189	0,890	1



Se suprimió el alto errático mayor a 10 000 ppm

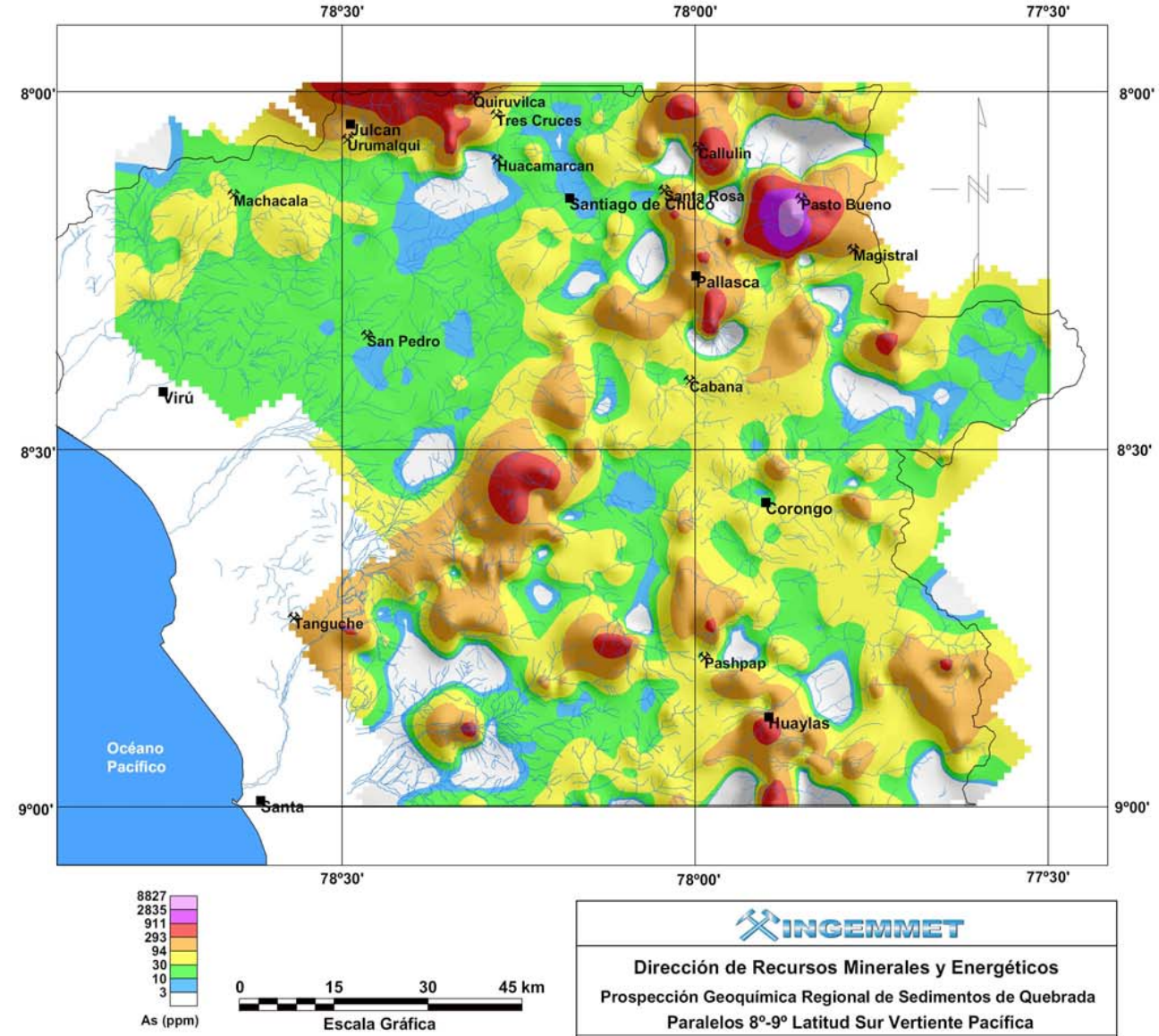
INGEMMET

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada

Paralelos 8º-9º Latitud Sur Vertiente Pacífica

Mapa Isovalórico de Sb — Fig. F1



INGEMMET

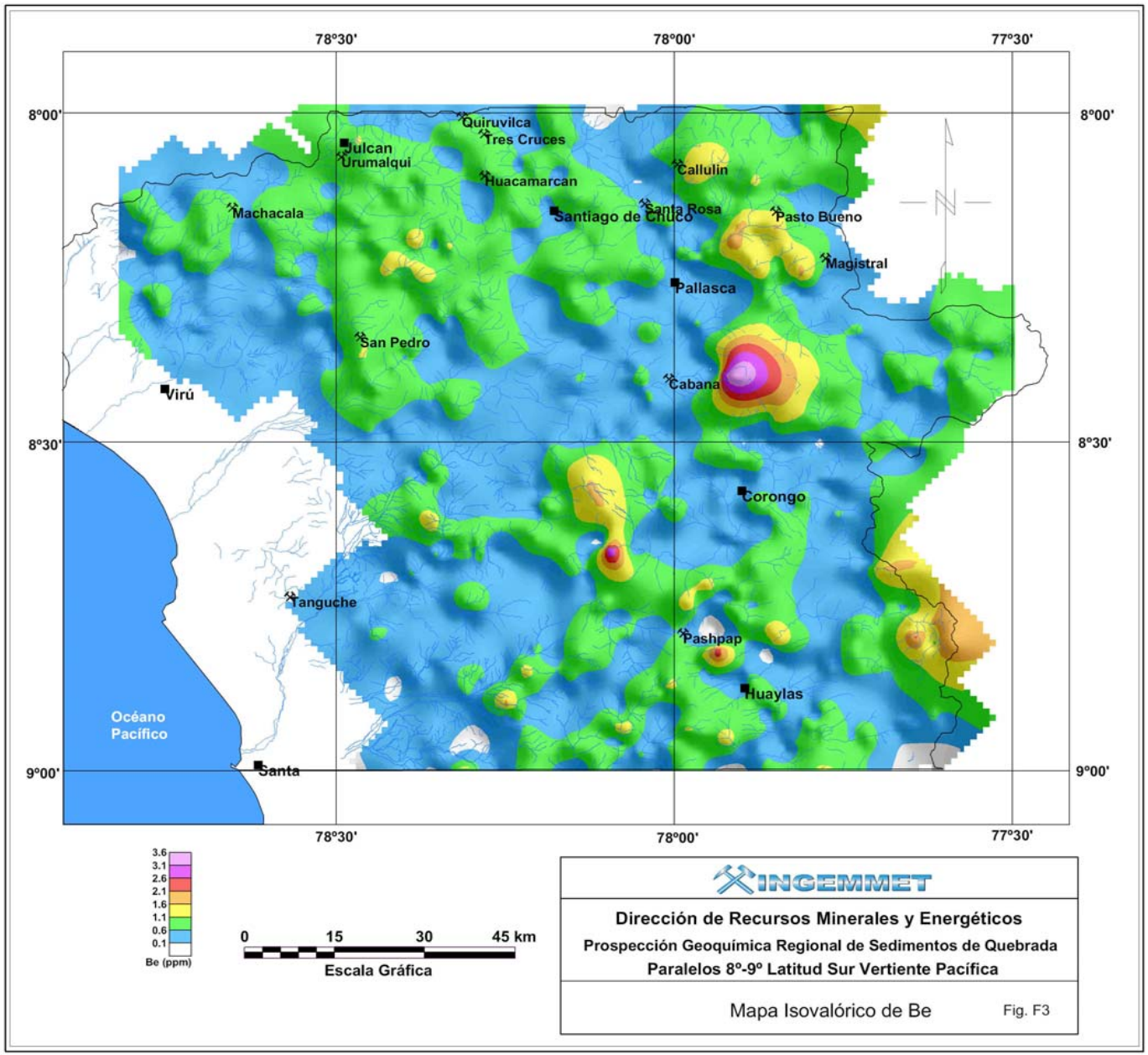
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

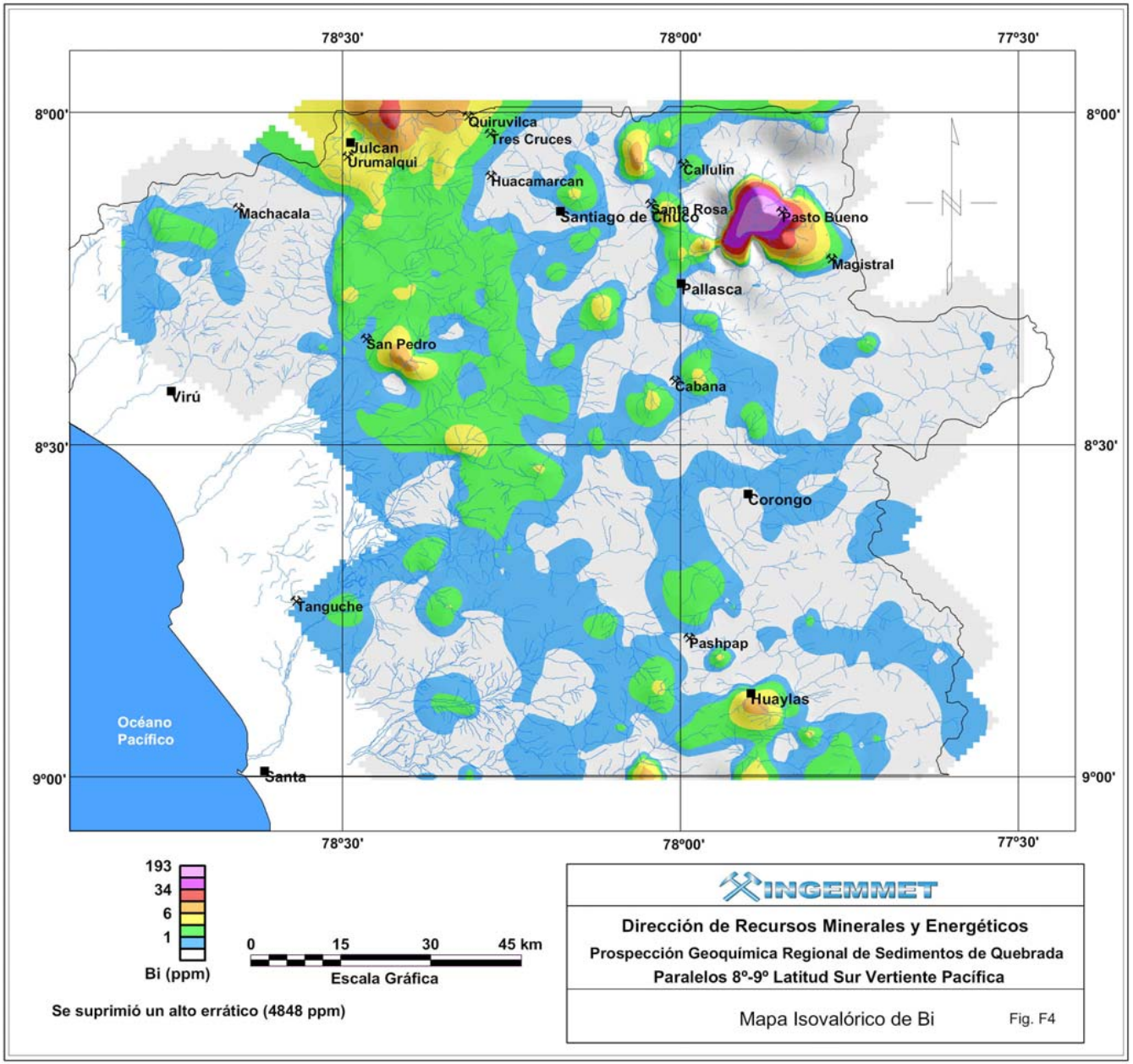
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada

Paralelos 8º-9º Latitud Sur Vertiente Pacífica

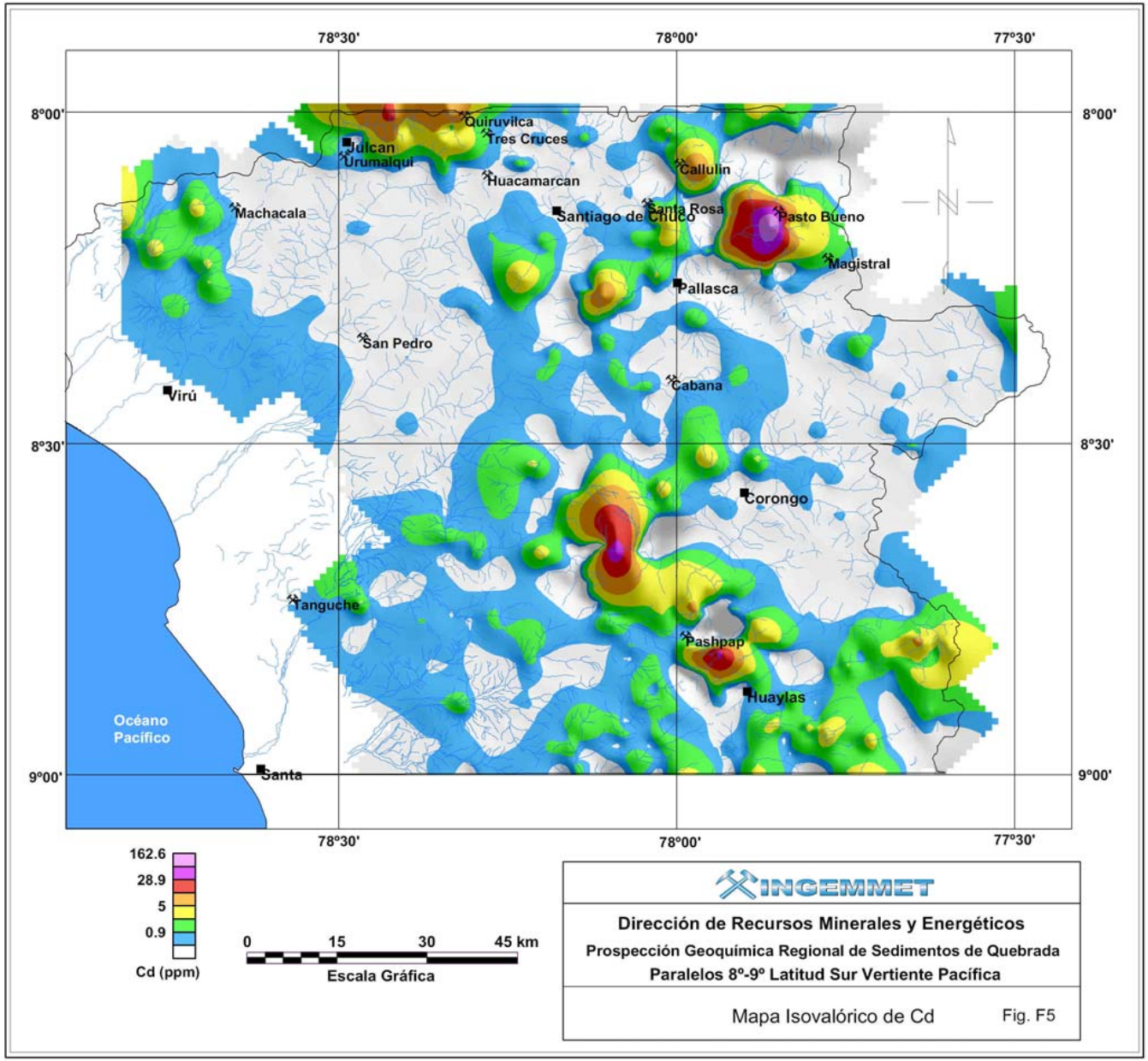
Mapa Isovalórico de As

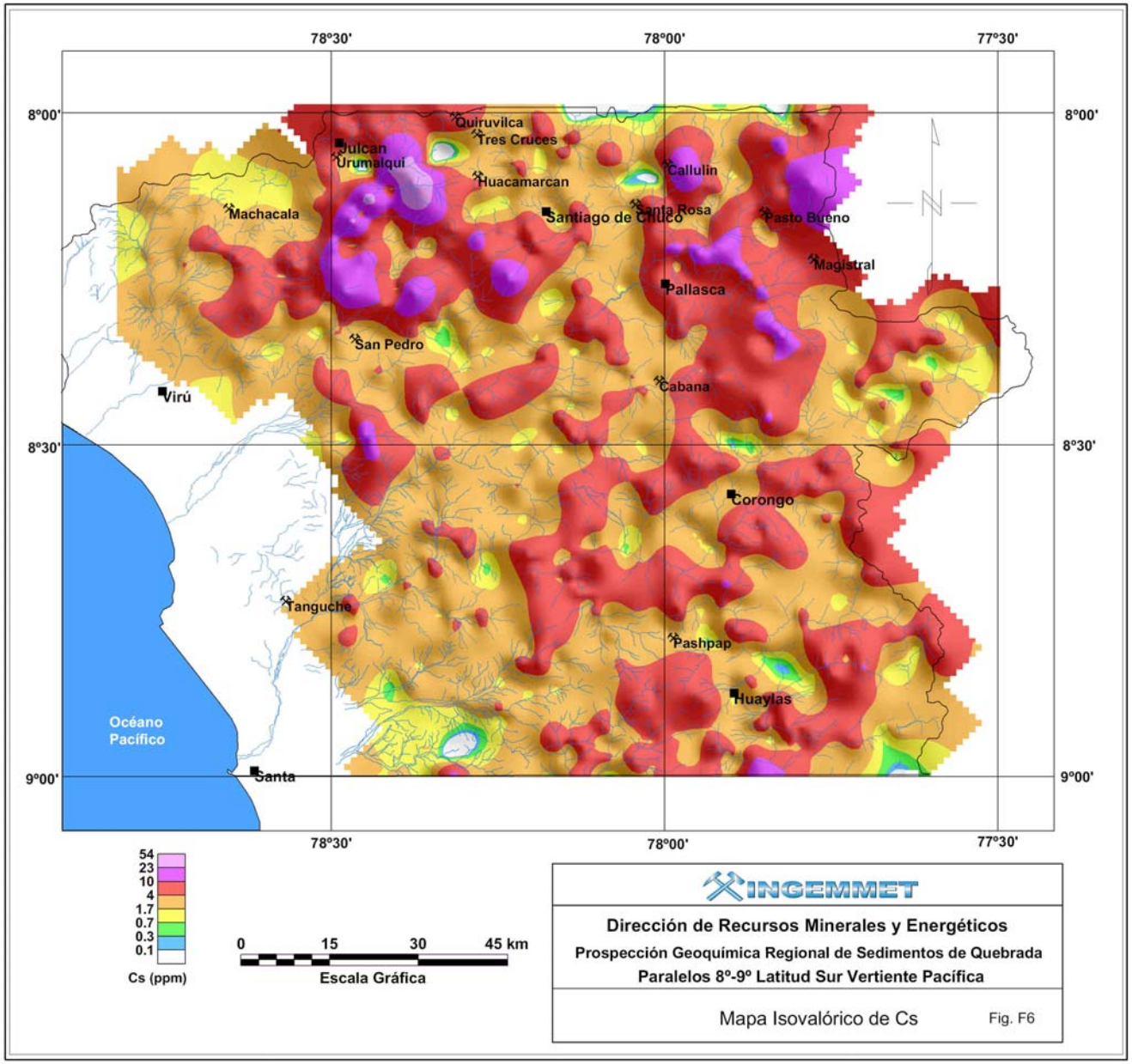
Fig. F2

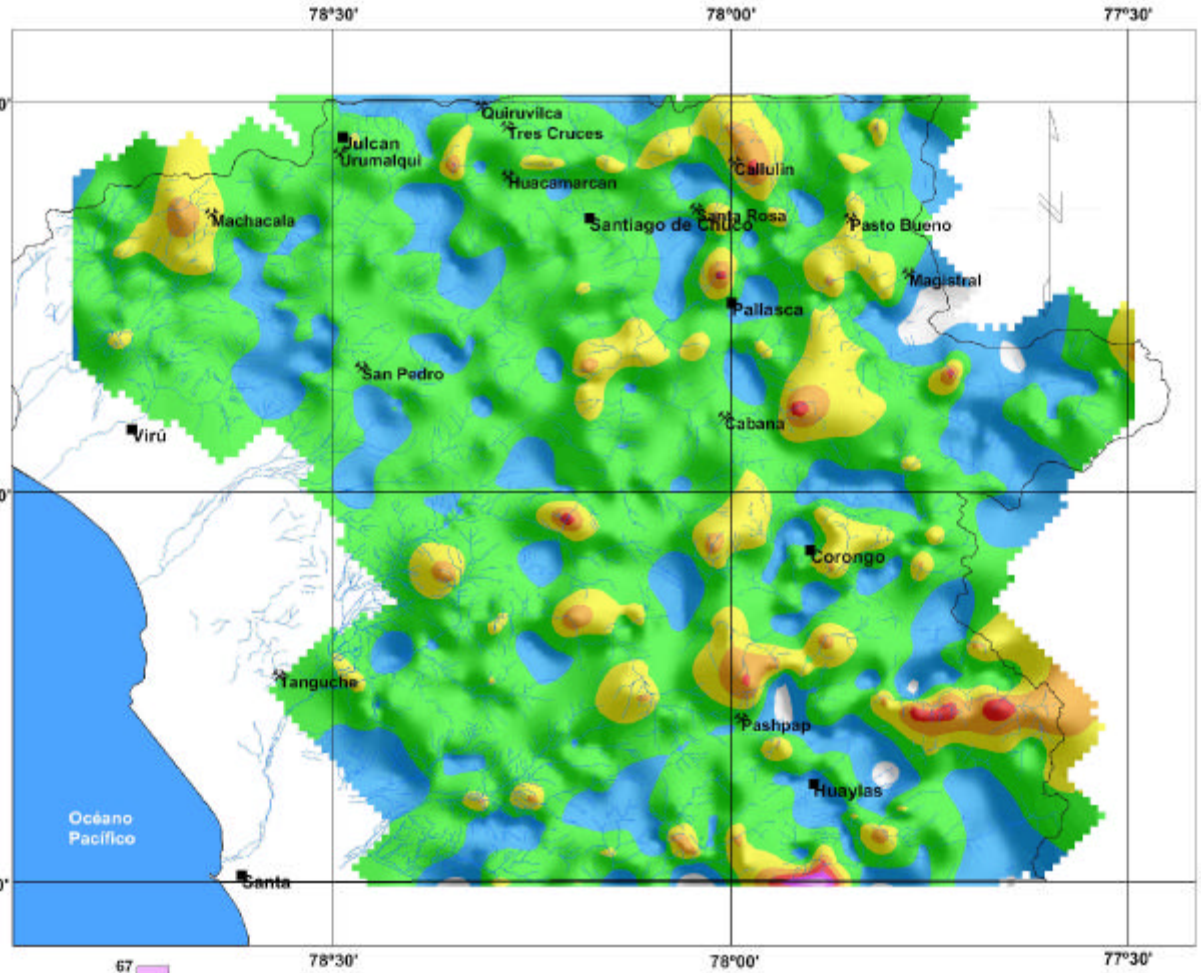

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Machacala
Santiago de Chuco
Santa Rosa
Pasto Bueno
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
3.6
3.1
2.6
2.1
1.6
1.1
0.6
0.1
Be (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8º-9º Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Be
Fig. F3



Se suprimió un alto errático (4848 ppm)


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Pasto Bueno
Machacala
Santiago de Chuco
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
162.6
28.9
5
0.9
Cd (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8º-9º Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Cd
Fig. F5


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Machacala
Santiago de Chuco
Santa Rosa
Pasto Bueno
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
N
54
23
10
4
1.7
0.7
0.3
0.1
Cs (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8º-9º Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Cs
Fig. F6



67
57
48
38
28
19
9
Co (ppm)

0 15 30 45 km
Escala Gráfica

Se suprimieron 3 altos erráticos (104, 126 y 364 ppm)

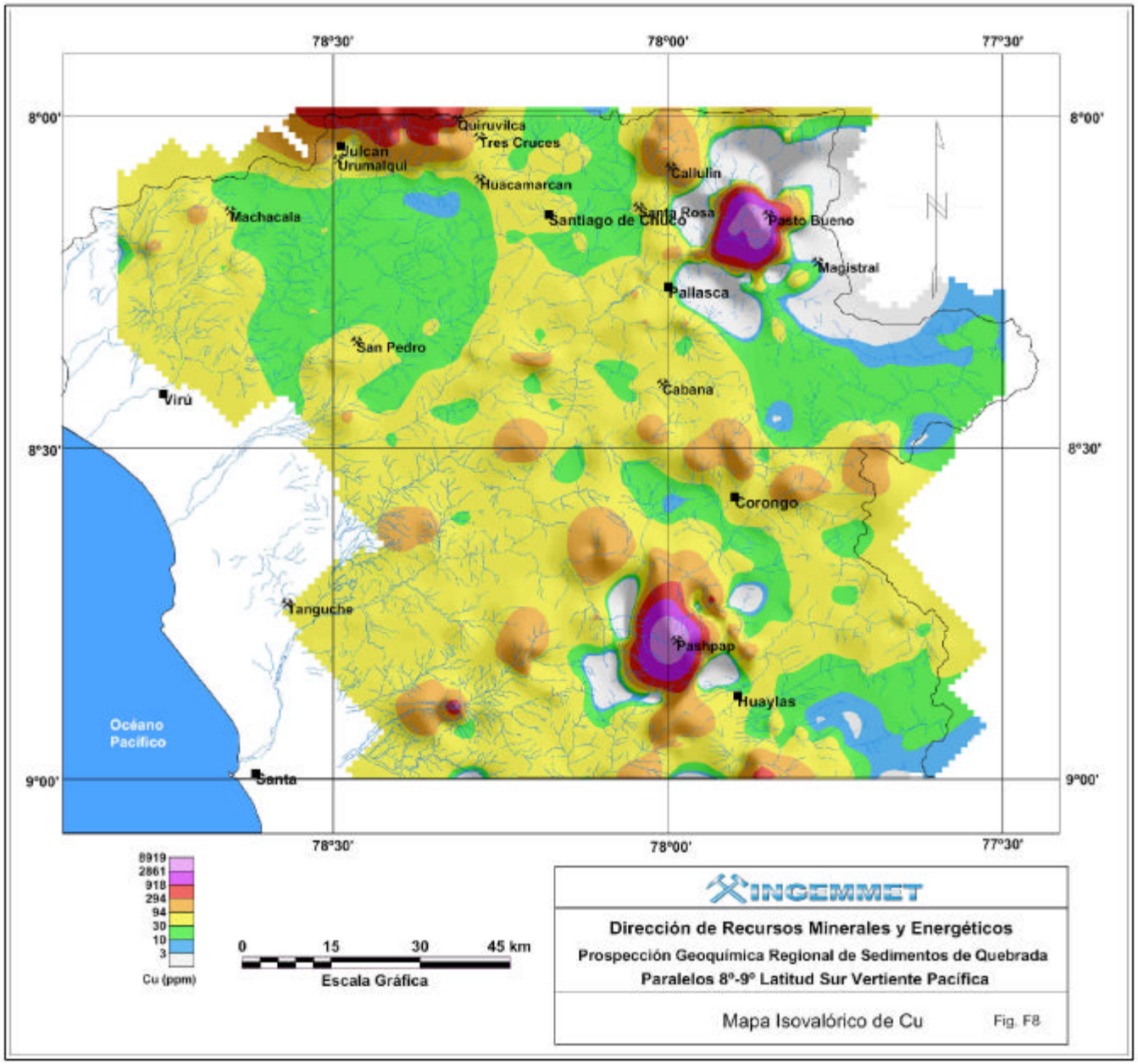
INGEMMET

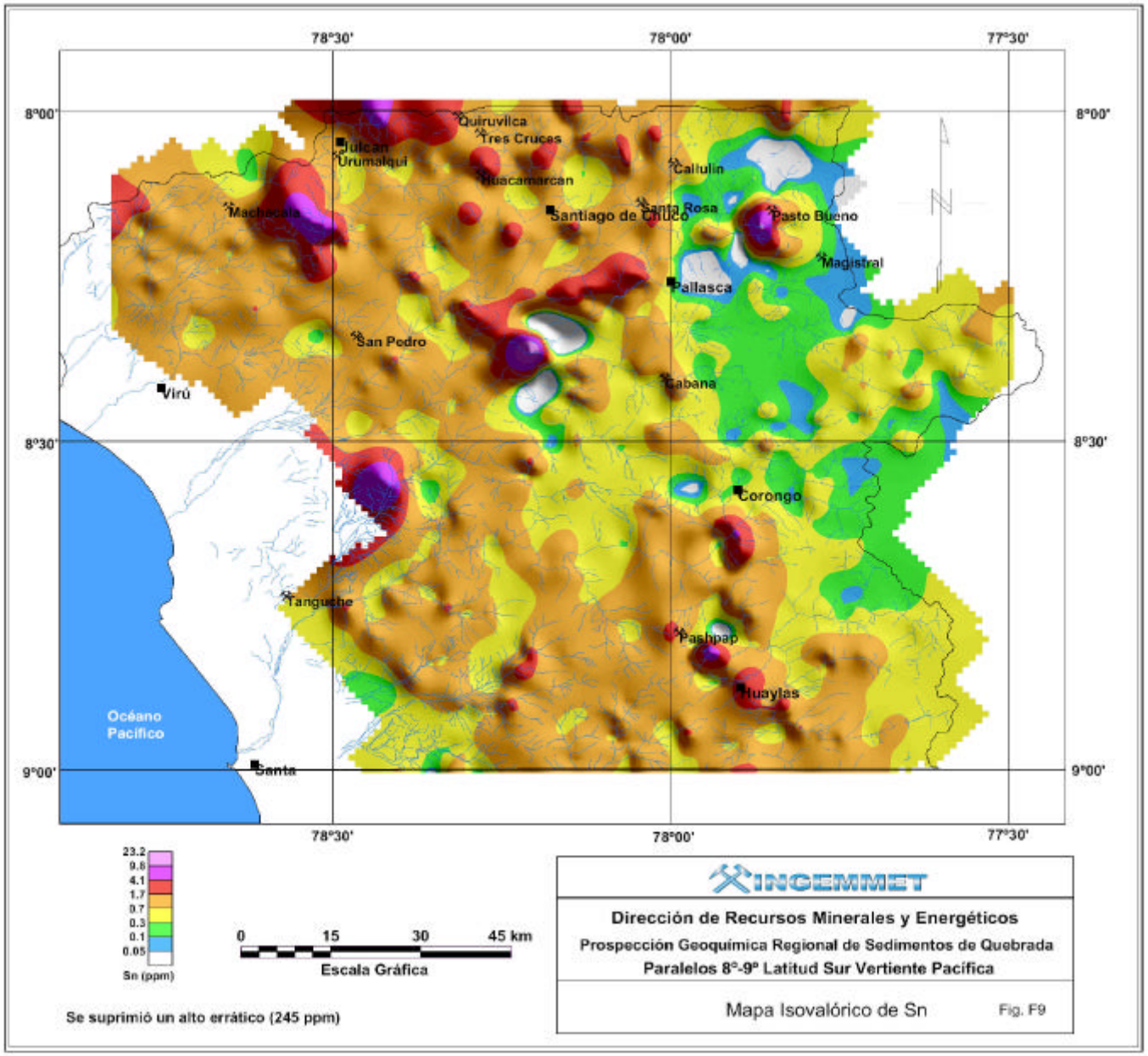
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

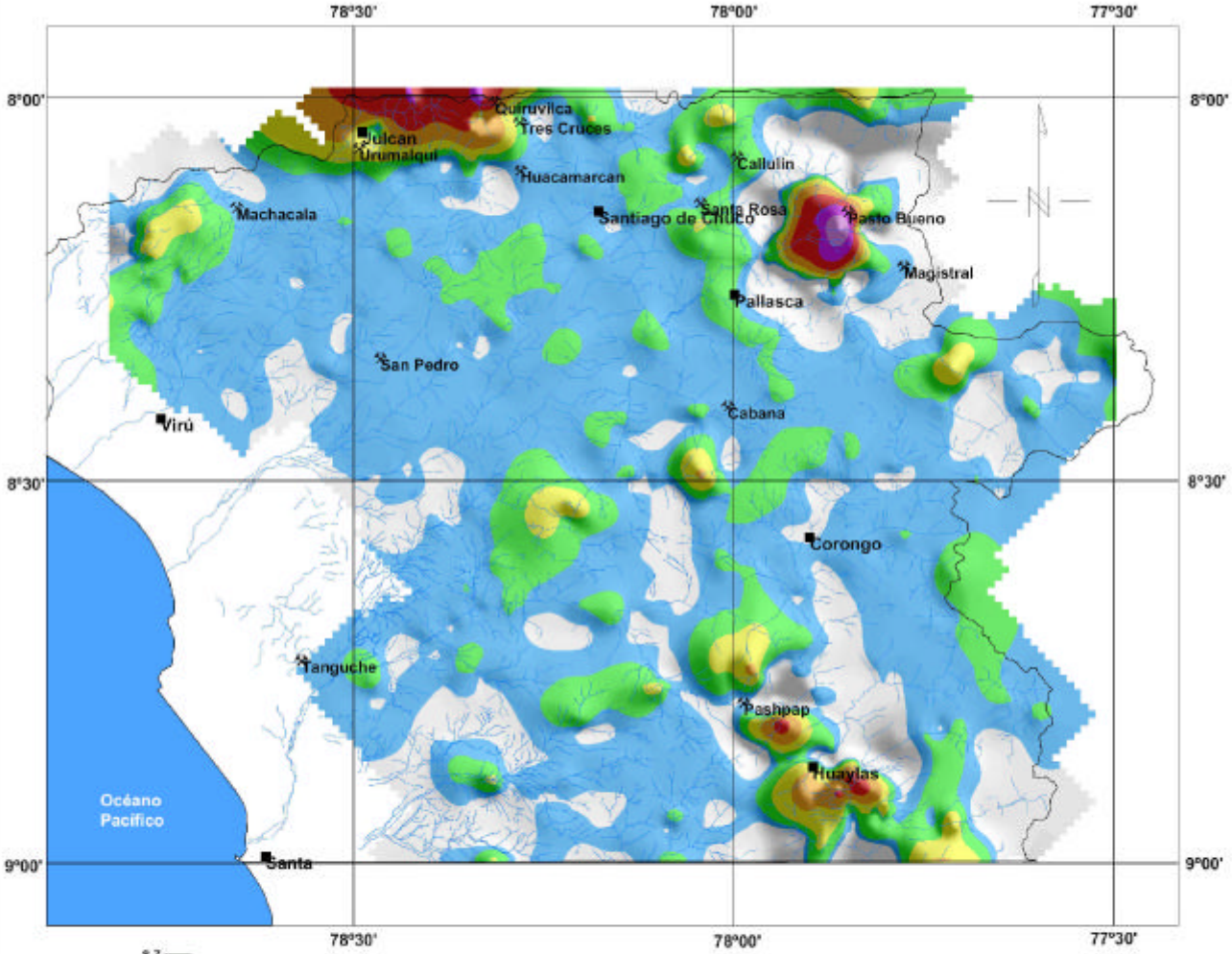
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada

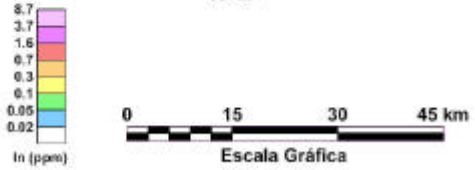
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica

Mapa Isovalórico de Co — Fig. F7


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Pasto Bueno
Machacala
Santiago de Chuco
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
8919
2861
918
294
94
30
10
3
Cu (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Cu
Fig. F8


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Santiago de Chuco
Pasto Bueno
Machacala
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
23.2
9.8
4.1
1.7
0.7
0.3
0.1
0.05
Sn (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
Se suprimió un alto errático (245 ppm)
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Sn
Fig. F9





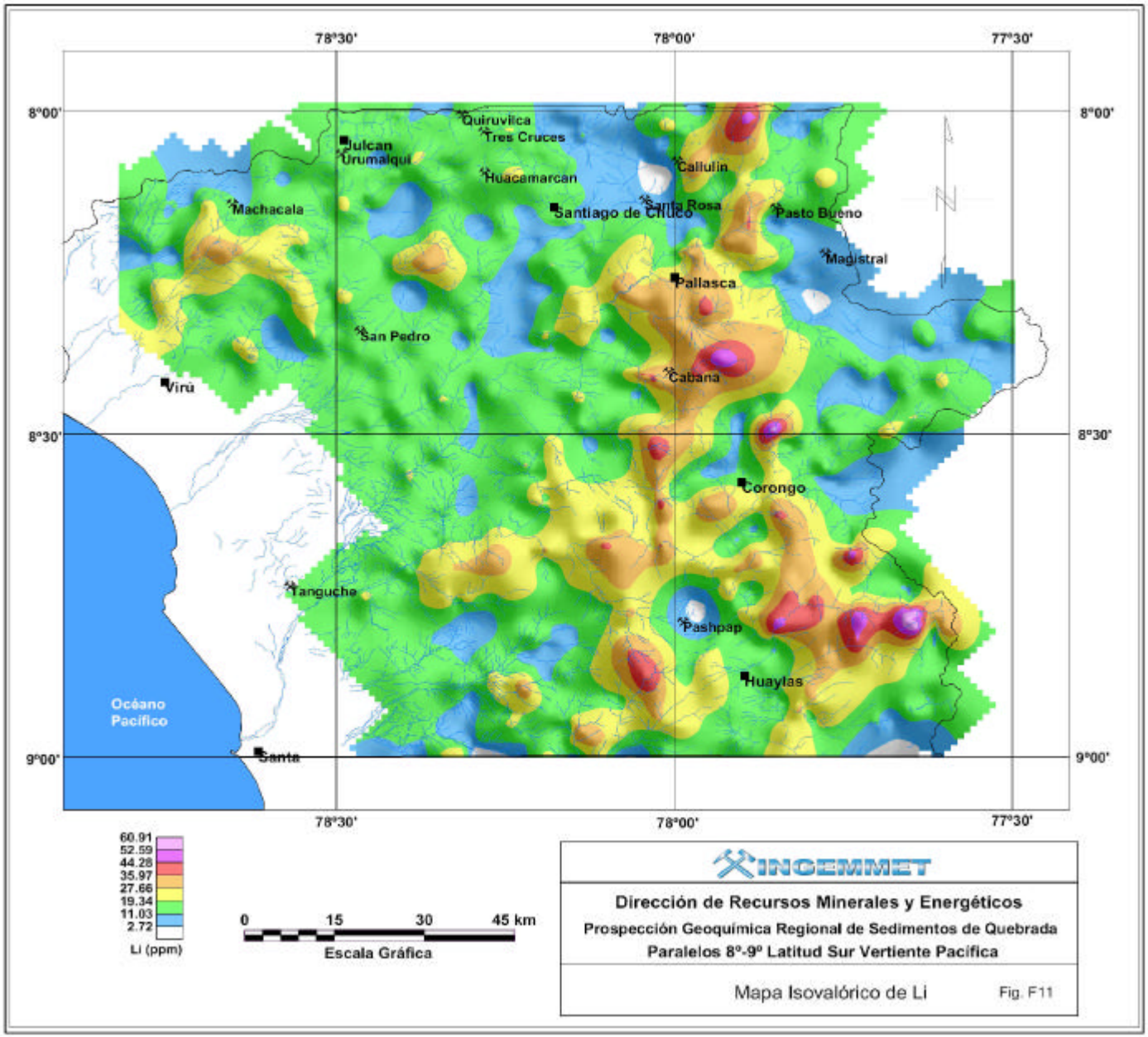
INGEMMET

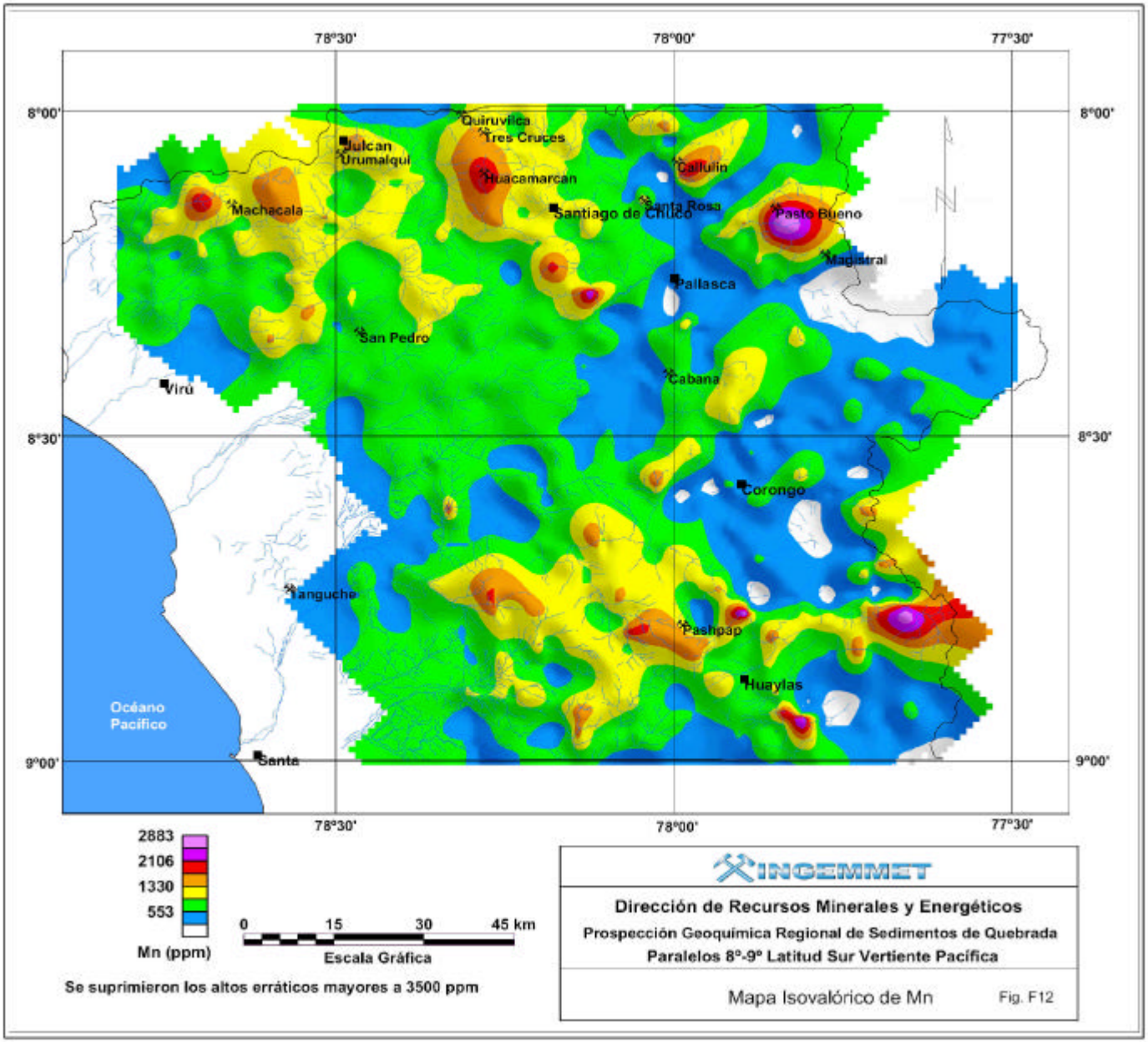
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

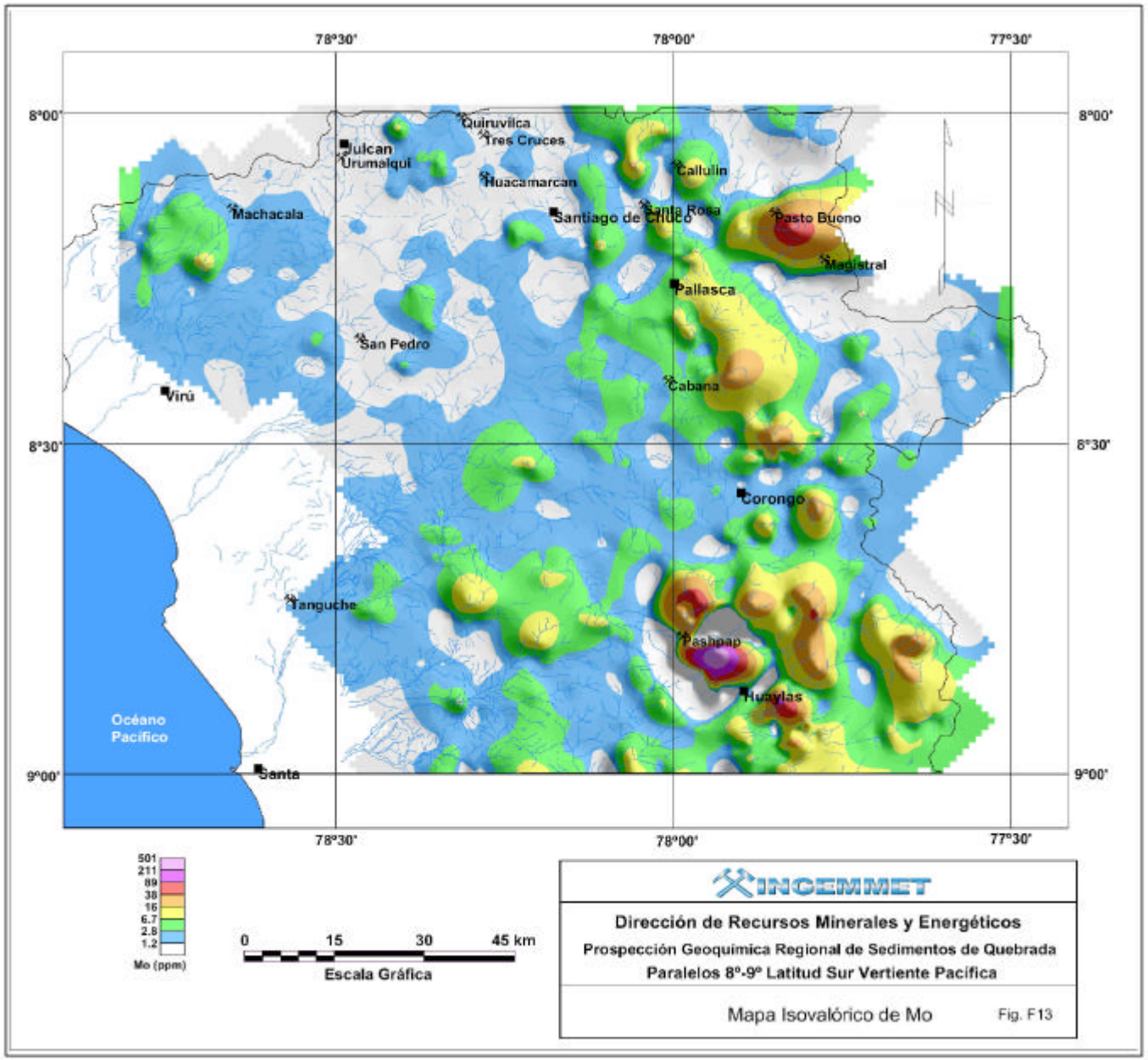
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada

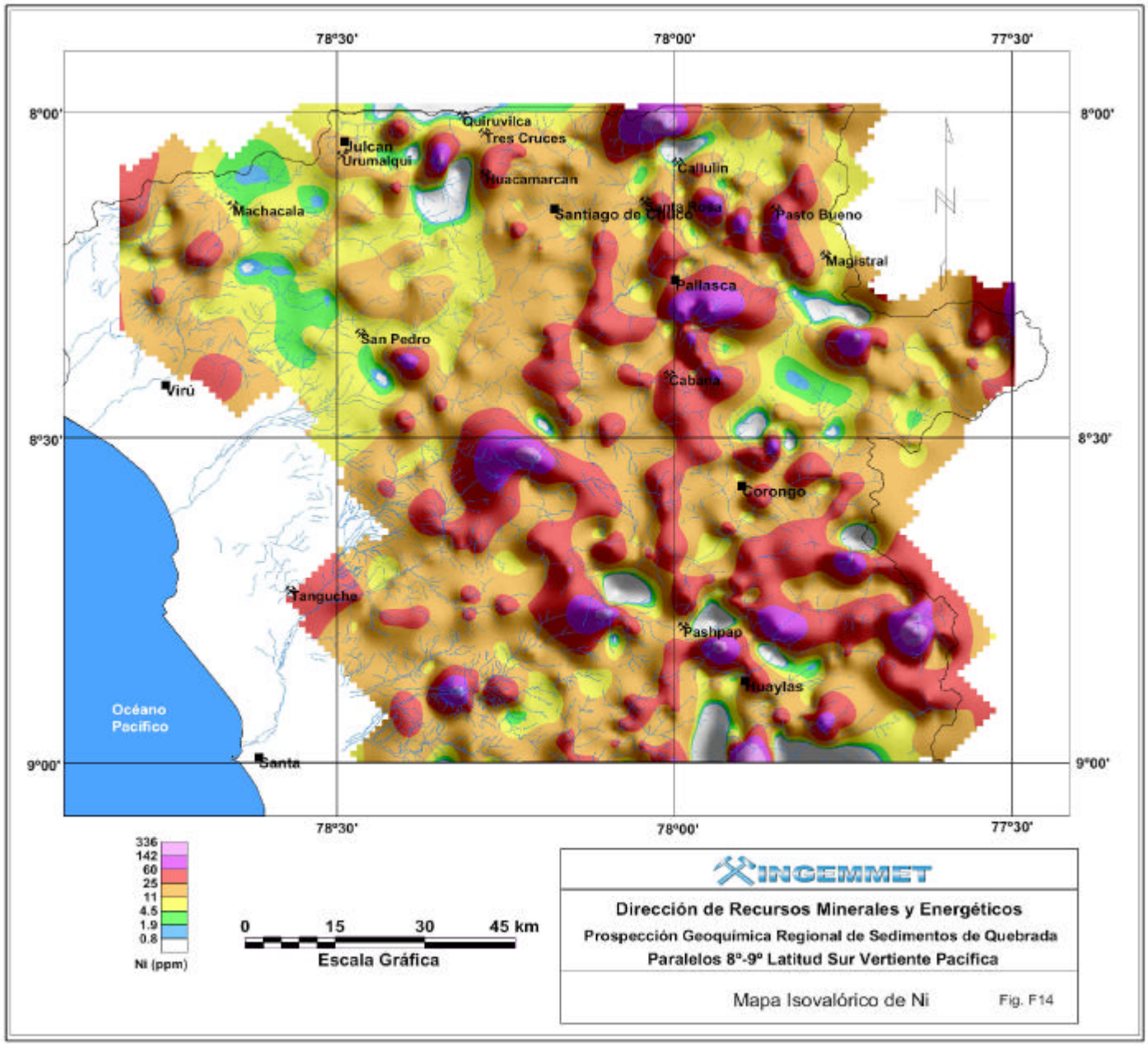
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica

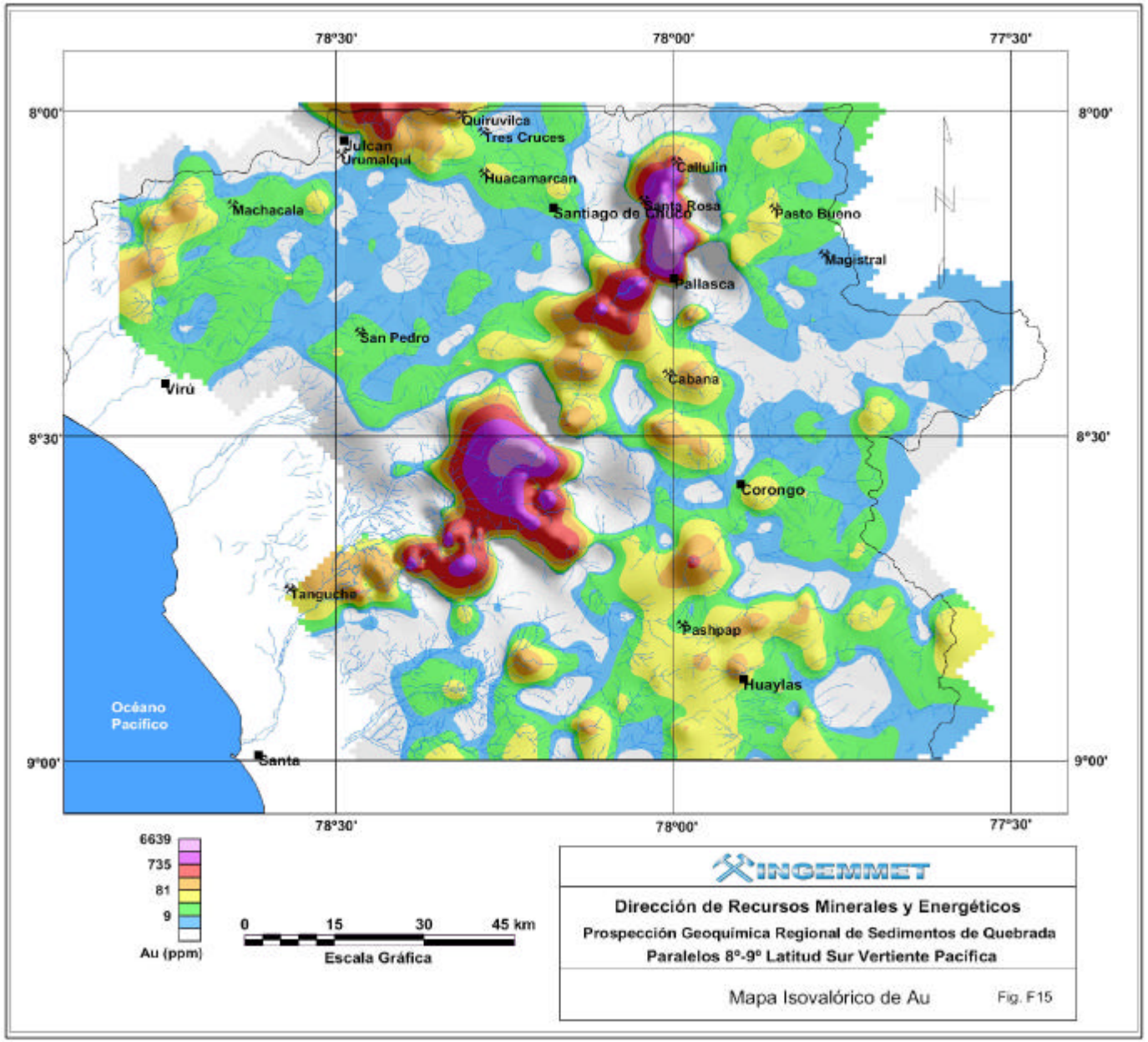
Mapa Isovalórico de In — Fig. F10

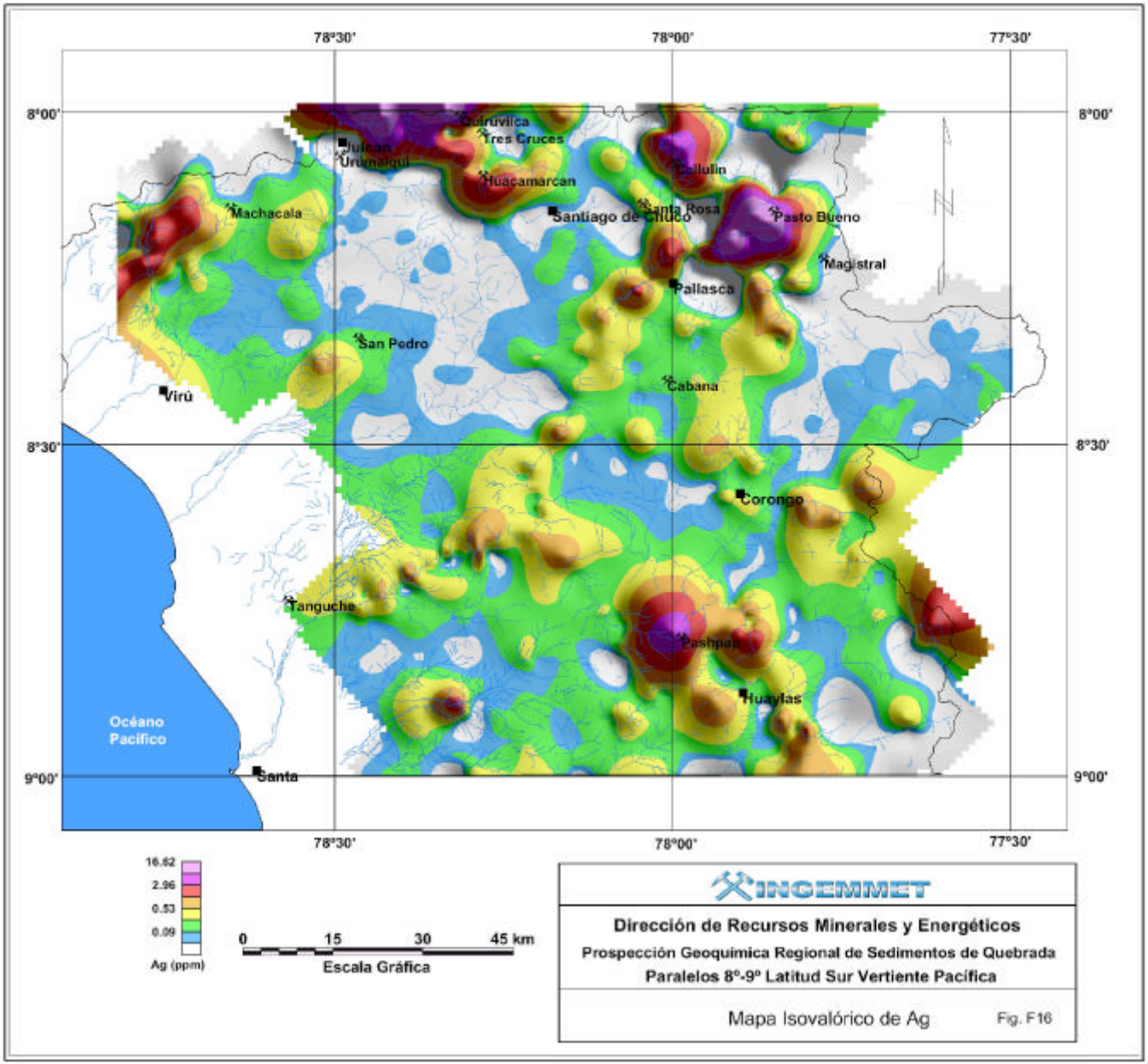

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Santiago de Chuco
Pasto Bueno
Machacala
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
60.91
52.59
44.28
35.97
27.66
19.34
11.03
2.72
Li (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Li
Fig. F11

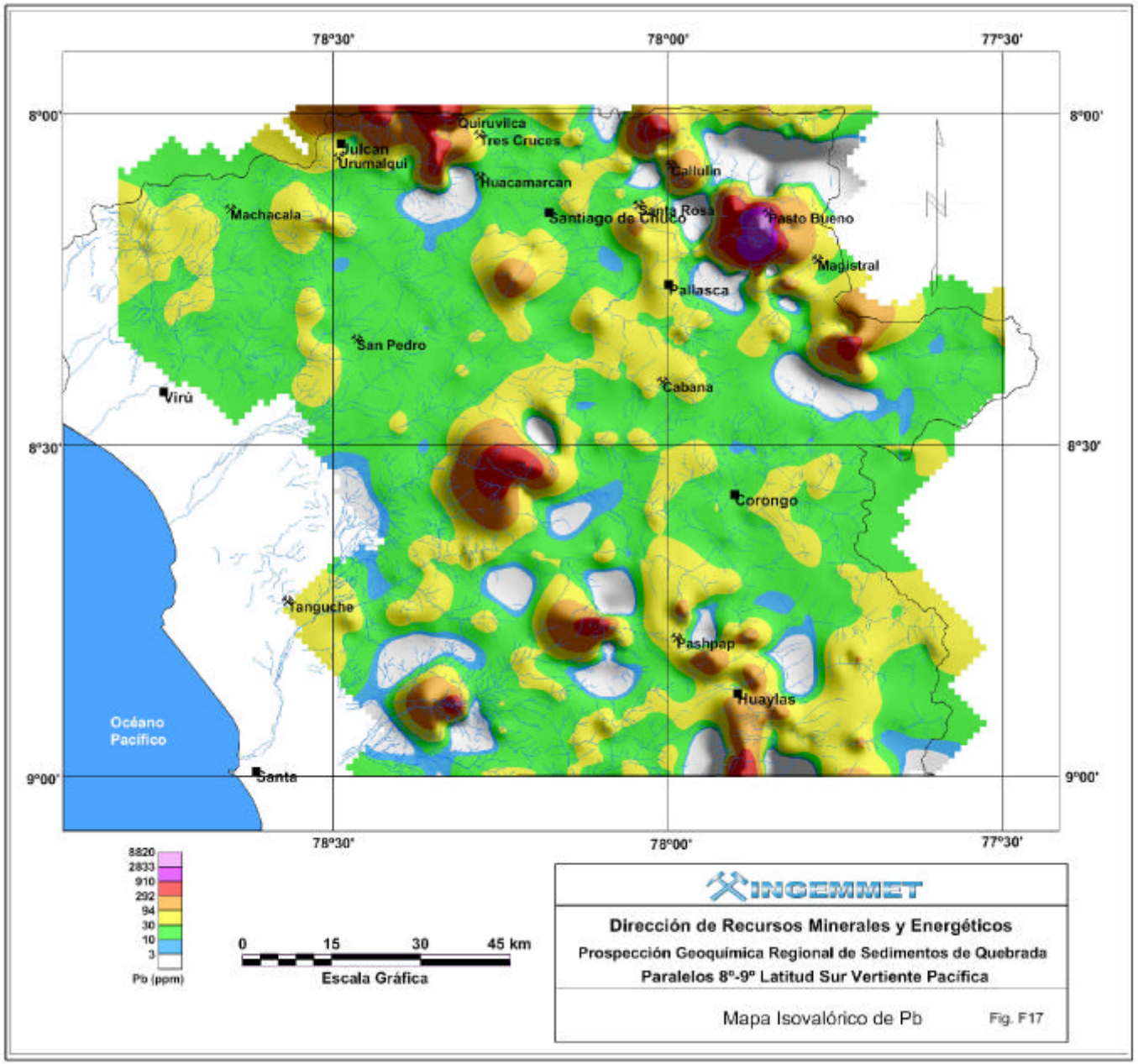

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Machacala
Santiago de Chilco
Santa Rosa
Pasto Bueno
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
2883
2106
1330
553
Mn (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
Se suprimieron los altos erráticos mayores a 3500 ppm
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Mn
Fig. F12

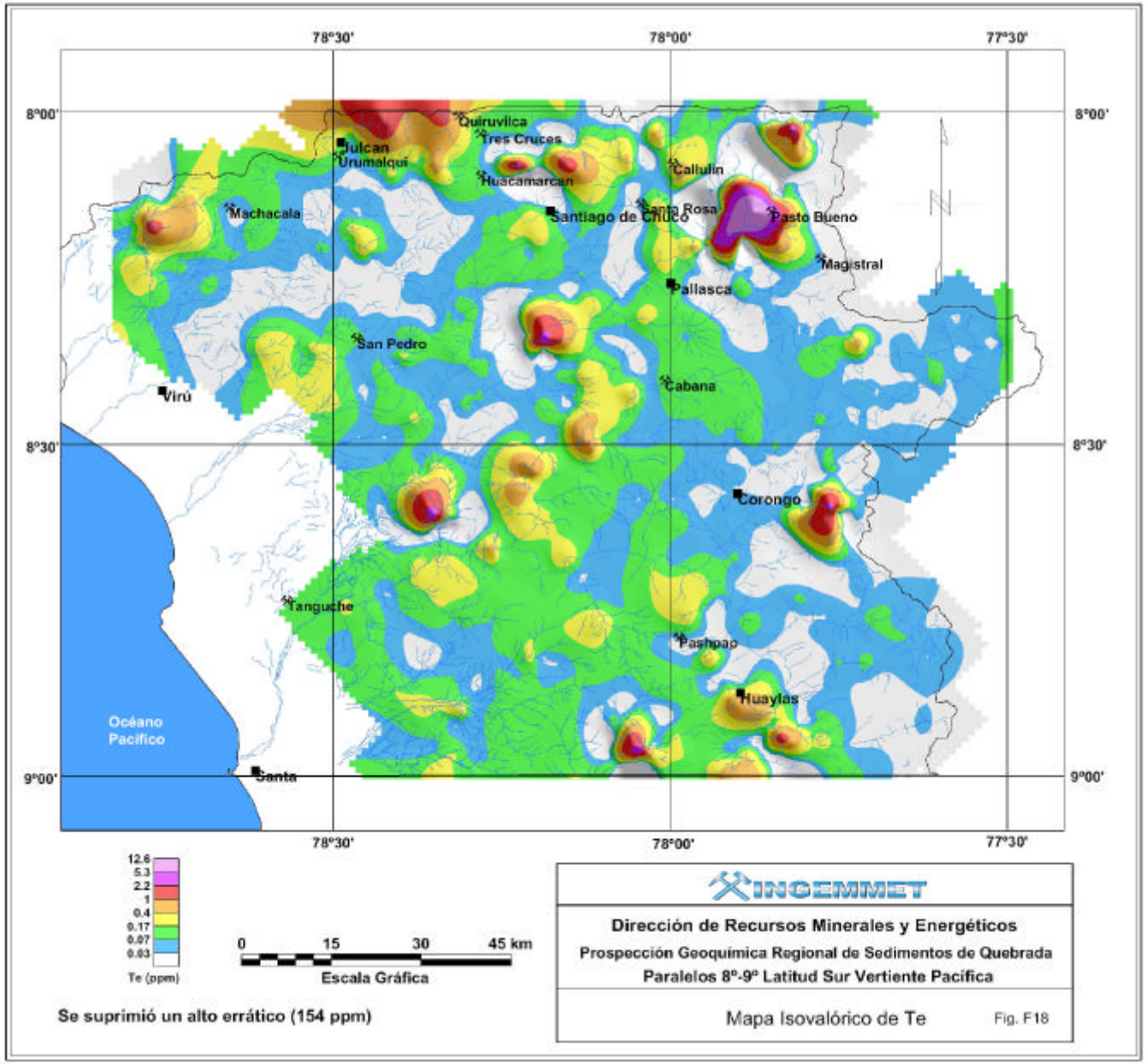

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Santiago de Chuco
Pasto Bueno
Machacala
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
501
211
89
38
16
6.7
2.8
1.2
Mo (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Mo
Fig. F13


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Machacala
Santiago de Chilcos
Villa Rosa
Pasto Bueno
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
336
142
60
25
11
4.5
1.9
0.8
Ni (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Ni
Fig. F14

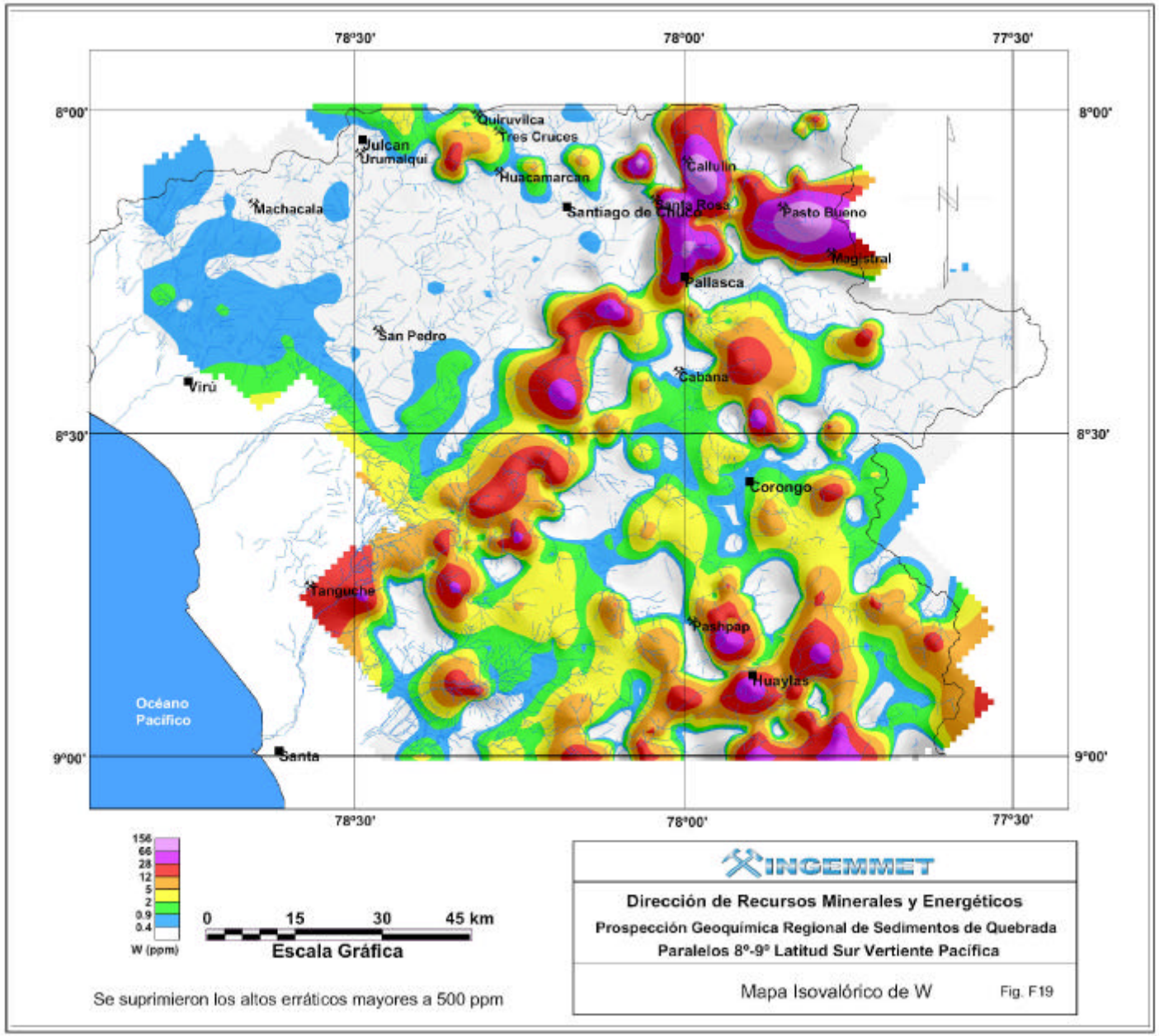

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Santiago de Chuco
Pasto Buono
Magistral
Machacala
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
6639
735
81
9
Au (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
N
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Au
Fig. F15


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Santiago de Chuco
Pasto Bueno
Machacala
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpan
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
16.62
2.96
0.53
0.09
Ag (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Ag
Fig. F16

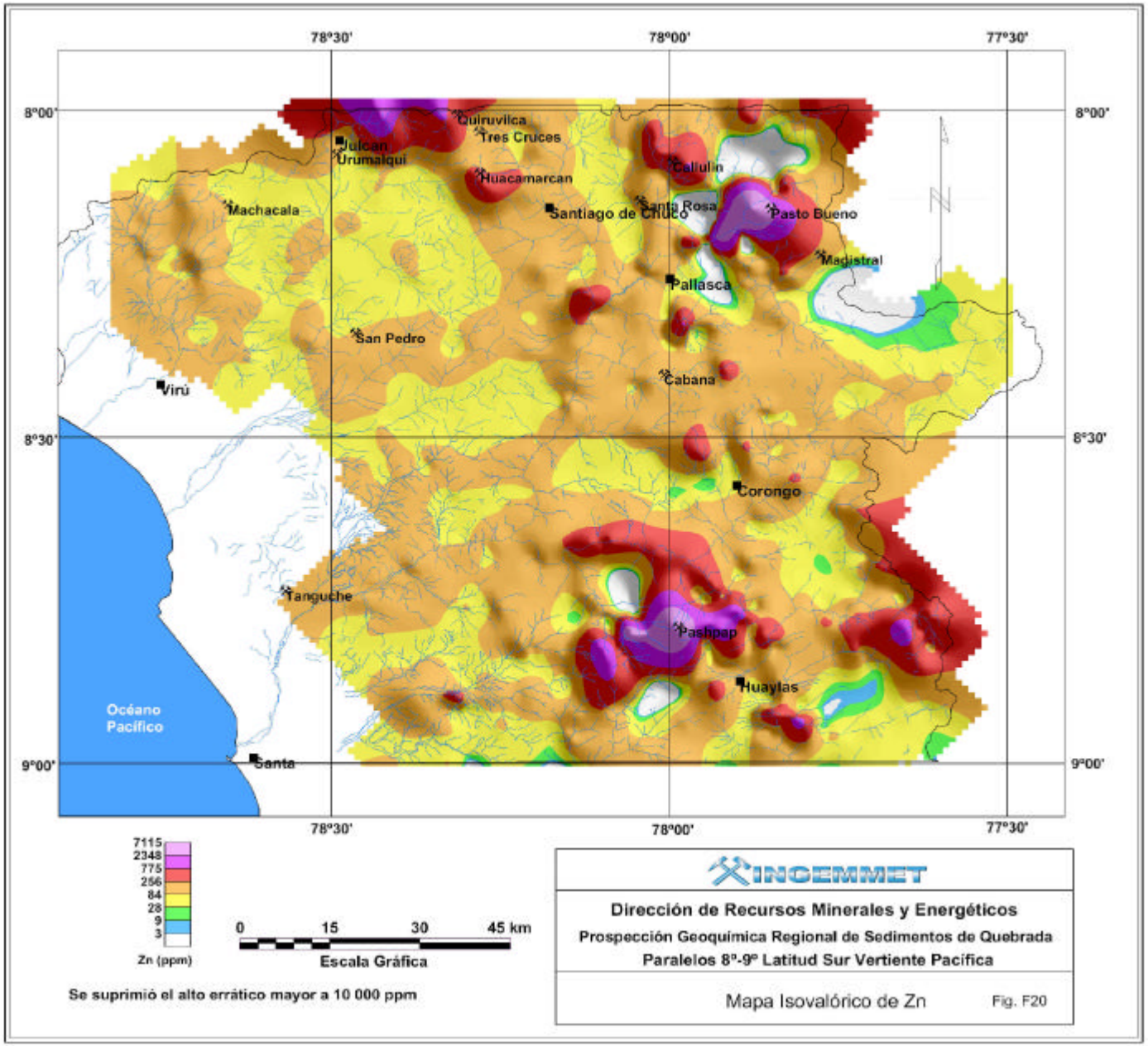

78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Machacala
Santiago de Chuco
Santa Rosa
Pasto Bueno
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
8820
2833
910
292
94
30
10
3
Pb (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Pb
Fig. F17



Se suprimió un alto errático (154 ppm)



Se suprimieron los altos erráticos mayores a 500 ppm


78°30'
78°00'
77°30'
8°00'
8°30'
9°00'
Quiruvilca
Tres Cruces
Julcan
Urumalqui
Huacamarcan
Callulin
Santa Rosa
Pasto Bueno
Machacala
Santiago de Chuco
Magistral
Pallasca
San Pedro
Cabana
Virú
Corongo
Tanguche
Pashpap
Huaylas
Océano
Pacífico
Santa
7115
2348
775
256
84
28
9
3
Zn (ppm)
0
15
30
45 km
Escala Gráfica
Se suprimió el alto errático mayor a 10 000 ppm
INGEMMET
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada
Paralelos 8°-9° Latitud Sur Vertiente Pacífica
Mapa Isovalórico de Zn
Fig. F20

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono:051-1-618-9800
Fax:051-1-225-3063 / 051-1-225-4540
http: www.ingemmet.gob.pe
e-mail: informaciongeocientifica@ingemmet.gob.pe