

# **CARACTERIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN Y DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA DEL Hf, Nb, Ni, Zr y V EN SEDIMENTOS ACTIVOS DE LA CUENCA HUAURA - LIMA**

Luis Enrique VARGAS RODRÍGUEZ, Jorge CHIRA FERNÁNDEZ,  
Dennis CHERO INOQUIO

INGEMMET, Av. Canadá 1470, Lima 41  
[lvargasr@ingemmet.gob.pe](mailto:lvargasr@ingemmet.gob.pe), [jchira@ingemmet.gob.pe](mailto:jchira@ingemmet.gob.pe), [dchero@hotmail.com](mailto:dchero@hotmail.com)

## **INTRODUCCIÓN**

Durante los meses de Junio y Octubre de 2007 se efectuó un muestreo de sedimentos en toda la cuenca del río Huaura (393 muestras), ubicada en la vertiente pacífica del departamento de Lima entre las latitudes 10° 27' a 11°. La densidad de muestreo es de 1/10 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Se tomaron lecturas del pH, CE, TDS y T del agua en cada estación de muestreo, así como la descripción de los rodados y material clástico presente en el lecho de la corriente además de la determinación de la unidad geológica de aporte de los sedimentos (INGEMMET, 2008).

El objetivo del presente trabajo es caracterizar en base a sedimentos activos de corriente, la dispersión y distribución geoquímica de elementos traza distintivos de acuerdo al ambiente geológico de donde provienen. Además de determinar las relaciones existentes entre los patrones de dispersión, la distribución de dichos elementos traza en sedimentos y el ambiente geológico fuente.

La selección de los elementos traza distintivos según el ambiente geológico se realizó mediante la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes (análisis de componentes principales y análisis cluster), análisis de los patrones de dispersión y las tendencias de distribución.

## **CONTEXTO GEOLÓGICO**

En la cuenca Huaura afloran secuencias volcánico-sedimentarias del Jurásico inferior pertenecientes a los Volcánicos Oyotún, constituidas por conglomerados polimícticos, tobas con intercalaciones de areniscas y limonitas. Las unidades sedimentarias que van del Jurásico medio al Cretáceo superior-Paleoceno están representadas por las formaciones: Chicama, Oyón (ambas constituidas por lutitas y areniscas), el Grupo Goyllarisquizga conformado por unidades pelíticas, psamíticas y carbonatadas. Las formaciones: Pariahuanca, Chúlec, Pariatambo y Jumasha, Celendín y Casapalca están conformadas principalmente por depósitos carbonatados con intercalaciones lutitas y arcillitas, a excepción de la formación Casapalca que presenta además niveles arenosos.

Las unidades volcánico-sedimentarias están conformadas por el Grupo Casma, que aflora de manera restringida en la parte baja de la cuenca, se observaron lavas ácidas, calizas gris violáceas y calizas margosas claras muy deleznable.

Las unidades del Paleógeno-Neógeno corresponden al vulcanismo Calipuy, constituidas por una secuencia sedimentaria en la base, una secuencia intermedia de lavas y una secuencia superior de algunos relictos de tobas e ignimbritas. Las rocas intrusivas pertenecen al segmento Lima del Batolito de la Costa, una serie intrusiva que va desde sienogranitos hasta dioritas. Se le asigna una edad Cretáceo-Neógeno (Cobbing et al, 1973), ver figura 1.

Los dominios metalogenéticos correspondientes a la zona de estudio son cuatro:

- a) Franja de yacimientos de Cu-Fe-Au del Jurásico medio-Cretáceo inferior.
- b) Franja de sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretáceo superior.
- c) Franja de epitermales de Au-Ag del Oligoceno-Plioceno.
- d) Franja de yacimientos polimetálicos del Mioceno (INGEMMET, 2007).

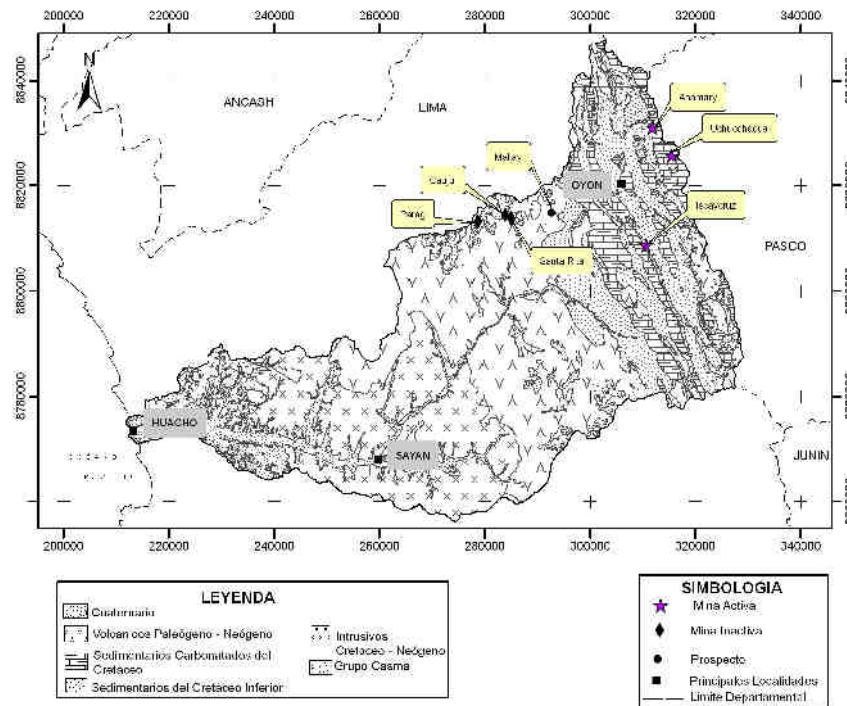


Figura 1 Mapa Litológico

## PATRONES DE DISPERSIÓN GEOQUÍMICA

Las características de los patrones de dispersión geoquímica en sedimentos activos de corriente, son consecuencias naturales de los procesos dinámicos de dispersión. Los patrones de dispersión geoquímica estudiados son del tipo epigenético clástico, de acuerdo al fraccionamiento de los minerales presentes en las rocas, corresponde a una dispersión mecánica.

A través del empleo de técnicas estadísticas multivariantes, específicamente la aplicación del análisis de componentes principales y el análisis cluster, se determinaron cuales de los 53 elementos traza determinados por ICP-MS muestran un mayor contraste en los diferentes ambientes geológicos.

El Hf, Nb, Ni, Zr y V fueron seleccionados mediante dichas técnicas estadísticas, en la cual dichos elementos presentan las mayores cargas factoriales del tercer componente principal, dicha componente estaría denotando un contraste geoquímico de acuerdo al ambiente geológico. Los elementos seleccionados serán evaluados para determinar si muestran patrones de dispersión y distribuciones geoquímicas relacionadas principalmente a un factor geogénico.

Se determinaron los patrones de dispersión geoquímica secundaria a lo largo del drenaje constituido por el río Quichas-Huaura, con una longitud de escorrentía de 152 km, donde los afluentes no presentan mayor importancia. Dicho río es el principal drenaje de la cuenca la que tiene un área de 4 432 Km<sup>2</sup>. Las aguas del drenaje seleccionado discurren a través de tres ambientes geológicos bien definidos (sedimentarios del Cretáceo, volcánicos del Paleógeno-Neógeno e intrusivos del Cretáceo-Paleógeno), con un rango de pH de 5-9.

Los valores más ácidos corresponden al ambiente volcánico mientras que el ambiente sedimentario e intrusivo denota un pH relativamente alcalino. La gran mayoría de elementos bajo dicho rango de pH se muestran inmóviles por lo que sus distribuciones se restringen a factores de dispersión mecánica.

La variabilidad de las abundancias se representó según las concentraciones de los elementos siguiendo la dirección del drenaje a través de 32 estaciones de muestreo (figuras 2 al 6). Para el análisis de los patrones de dispersión, sólo se consideraron aquellas muestras cuya fracción litológica predominante supera el 70%.

A continuación se muestran los patrones de dispersión de los elementos estudiados:

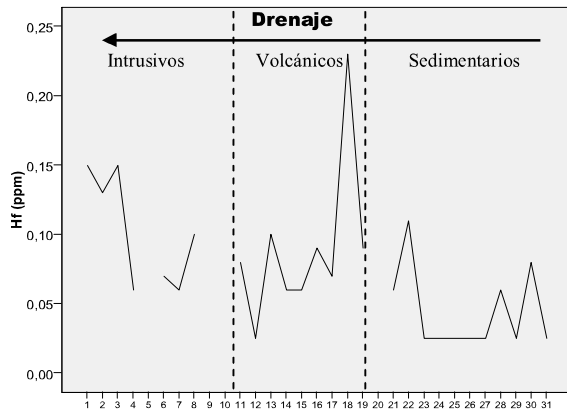


Figura 2 Variabilidad del Hf

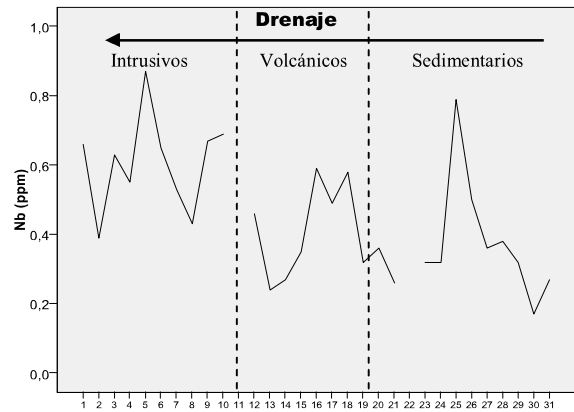


Figura 3 Variabilidad del Nb

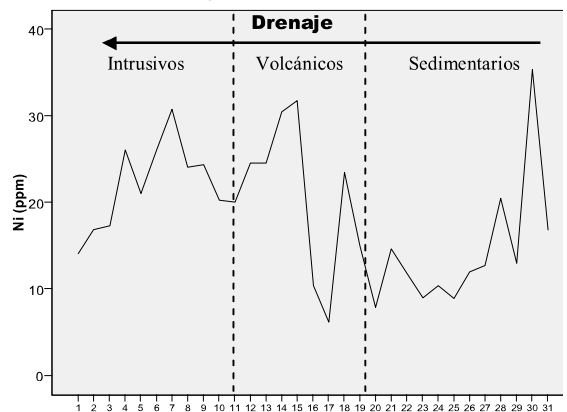


Figura 4 Variabilidad del Ni

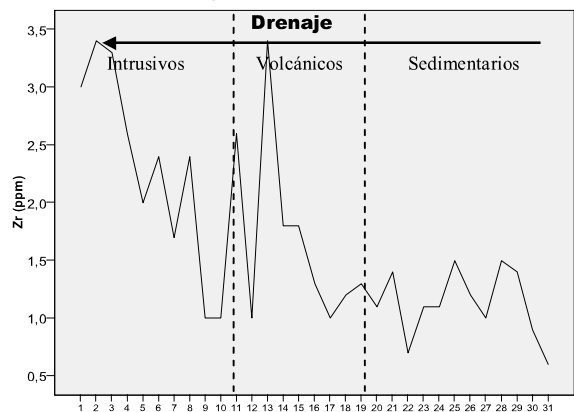


Figura 5 Variabilidad del Zr

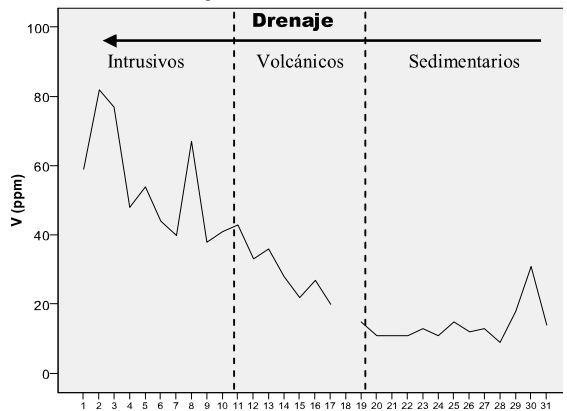


Figura 6 Variabilidad del V

## DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA

La distribución geoquímica en sedimentos dependerá de factores tales como: ambiente geológico, patrones de dispersión, propiedades mecánicas de los clastos, relieve y en menor proporción a factores físico-químicos (pH y CE). Para caracterizar la distribución geoquímica se elaboraron mapas isovalóricos, los cuales muestran las tendencias espaciales de los contenidos de los elementos traza en sedimentos, considerando el ambiente geológico al cual corresponden, libres de eventos mineralizantes.

Para tal fin no se consideraron las muestras influenciadas por ocurrencias minerales ni las anomalías estadísticas, tal es el caso de Uchuchacua, Izcaycruz, Anamaray, Santa Rita, Caujul, Mallay, Parag, entre los más importantes.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los patrones de dispersión determinados, los elementos estudiados (Hf, Nb, Ni, Zr y V), muestran variabilidades en sus concentraciones relacionadas a las unidades geológicas proveedoras de los sedimentos y al ambiente geológico donde el material clástico se dispersa.

De esta forma se evidencia un comportamiento geoquímico característico de dichos elementos traza en cada uno de los tres ambientes geológicos presentes en la cuenca

En la tabla 1 se muestra el tipo de distribución estadística y los rangos de abundancia de cada uno de los elementos estudiados.

Tabla 1 Distribución y Abundancias Geoquímicas

	Hf	Nb	Ni	Zr	V
Distribución	Log-Normal	Log-Normal	Log-Normal	Log-Normal	Log-Normal
Abundancia (ppm)	0.025 - 0.73	0.05 - 3.35	3 - 78	0.6-37.5	0.1-89.9

Los niveles de fondo y umbrales geoquímicos son distintivos de cada ambiente geológico, (ver figuras 7 al 11).

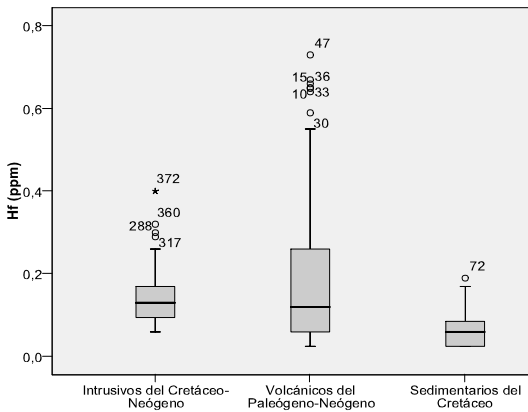


Figura 7 Distribución del Hf

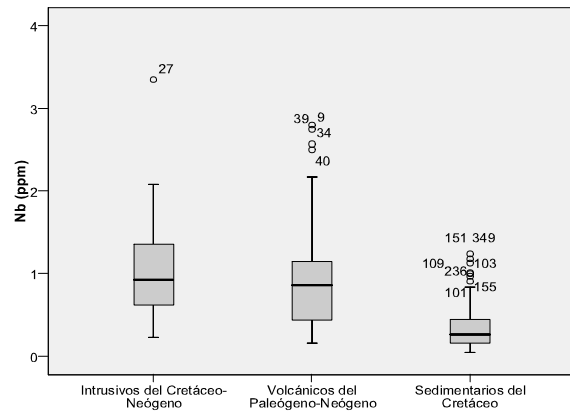


Figura 8 Distribución del Nb

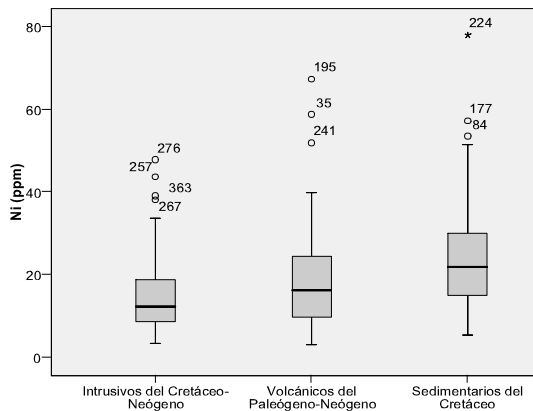


Figura 9 Distribución del Ni

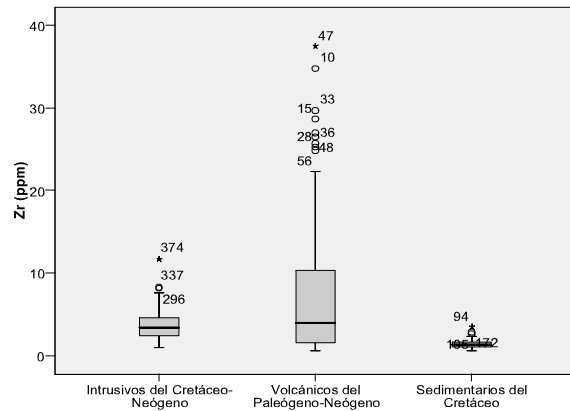


Figura 10 Distribución del Zr

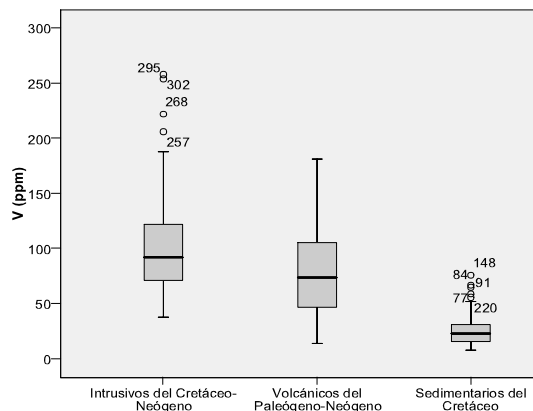


Figura 11 Distribución del V

Los mapas isovalóricos de los elementos estudiados, muestran que los contenidos de dichos elementos en sedimentos activos de corriente, mantienen tendencias de distribución influenciadas principalmente por el ambiente geológico del cual proviene el material clástico, mas no así pretenden indicar concentraciones puntuales o regionales en un determinado sector de la cuenca (ver figuras 12, 13,14, 15 y 16).

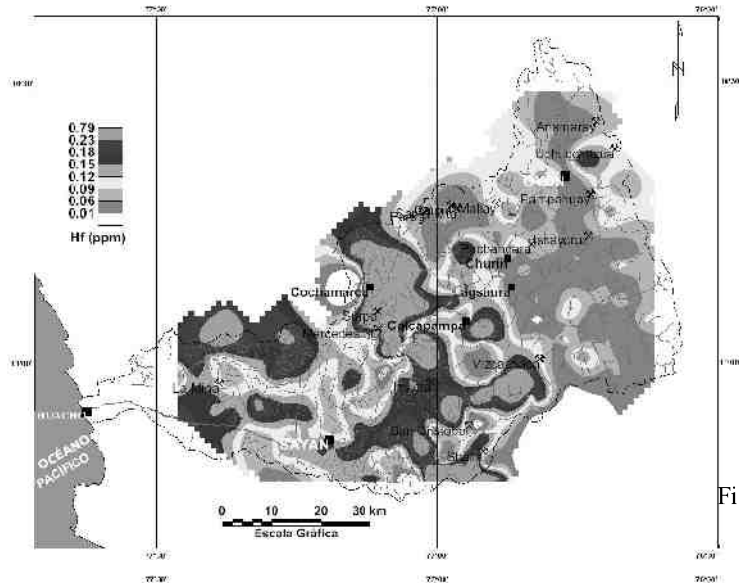


Figura 12 Mapa isovalórico del Hf

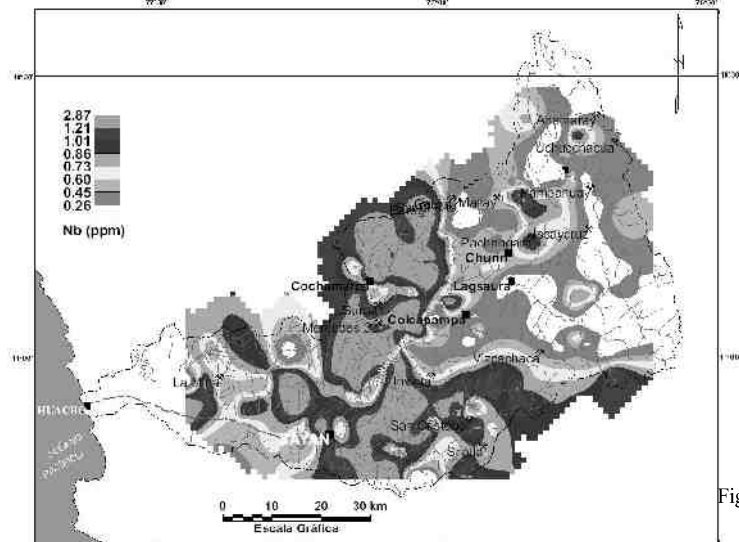


Figura 13 Mapa isovalórico del Nb

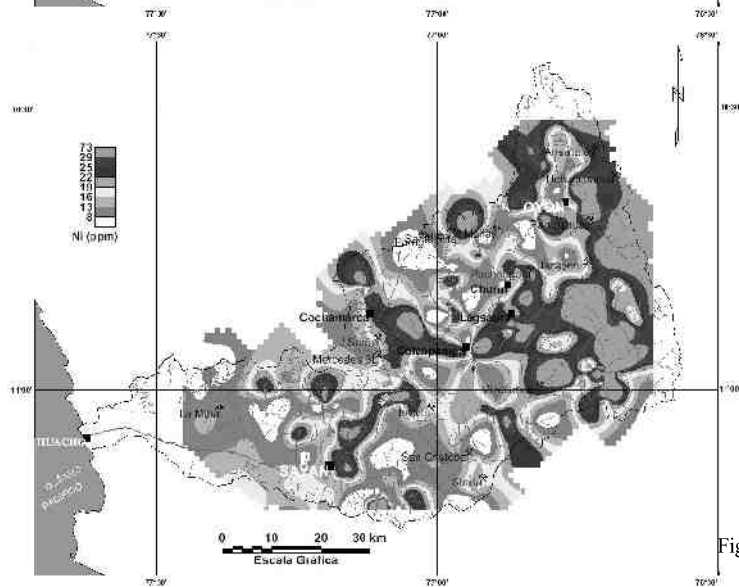


Figura 14 Mapa isovalórico del Ni

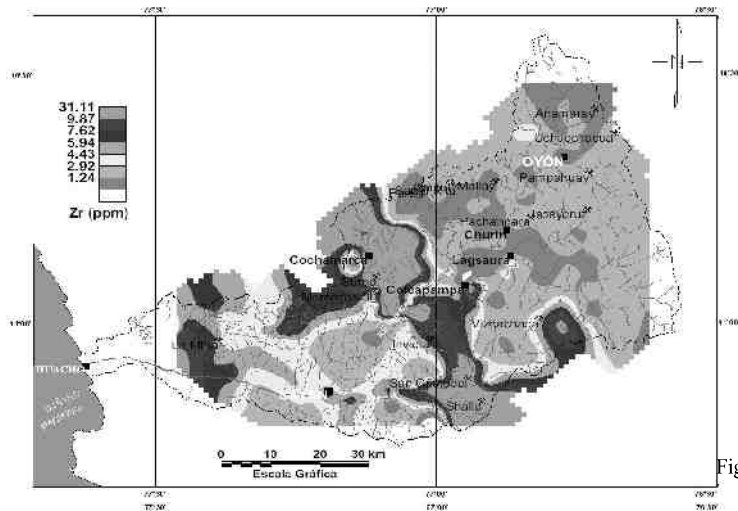


Figura 15 Mapa isovalórico del Zr

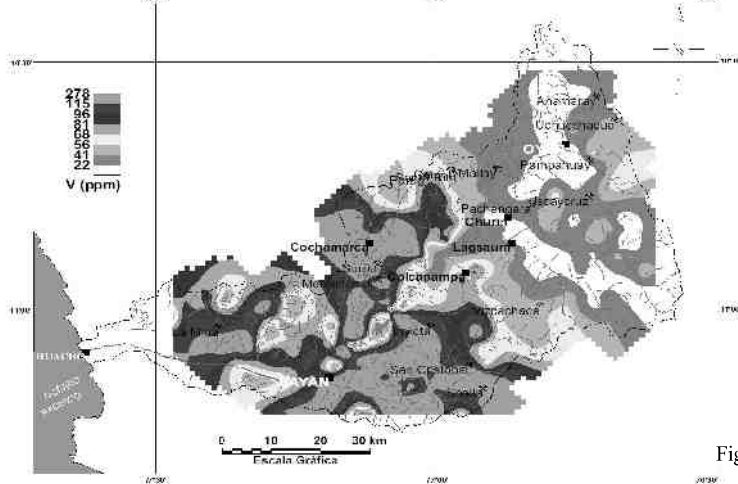


Figura 16 Mapa isovalórico del V

## CONCLUSIONES

Los patrones de dispersión de los elementos en cuestión son característicos y distintivos del ambiente geológico del cual provienen los sedimentos, confirmándose dicha afirmación con las tendencias de distribución mostradas en los mapas isovalóricos.

Se establecieron tres tendencias en la distribución de abundancias, de acuerdo al ambiente geológico:

a) Sedimentarios < Intrusivos < Volcánicos, representados por el Hf y Zr; b) Sedimentarios < Volcánicos < Intrusivos, representados por el Nb y V; c) Intrusivos < Volcánicos < Sedimentarios, representados por el Ni.

Tanto el Hf, Nb, Ni, Zr y V de acuerdo a sus patrones de dispersión y distribuciones en el sistema fluvial corresponderían a la fase de resistatos, de allí su importancia como indicadores geogénicos del ambiente primario al cual corresponden. El Zr y Hf se encuentran en el zircón y baddeleyita, minerales accesorios presentes en rocas del Batolito de la Costa y en los volcánicos Calipuy. El Ni ocurriría en los ferromagnesianos de las rocas ígneas ácidas e intermedias del ambiente intrusivo de y en sulfuros asociados con Fe, presentes en los tres ambientes de la cuenca. El Nb en minerales accesorios como el zircón, esfena y perovskita presentes en rocas graníticas. El V suele presentarse en minerales accesorios como rutilo, esfena e ilmenita así como en minerales ferromagnesianos.

## BIBLIOGRAFÍA

Cobbing J. 1973. Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaraz y Canta. Bol. N° 26 Serie A. INGEMMET. Lima. p. 172.

INGEMMET. 2007. Mapa Metalogénico del Perú, en prensa, Lima.

INGEMMET. 2008. Prospección Geoquímica Regional y Muestreo de Aguas en la Cuenca del Río Huaura, en prensa, Lima.