

DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL RÍO CHILLÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

H. Chui B.¹, B. Miramira T.², P. Olivera L.³, J. Jacay H.⁴

RESUMEN

En el presente artículo de investigación, mostramos los resultados del trabajo de campo realizado en el río Chillón y el trabajo de laboratorio, utilizando la técnica de fluorescencia de rayos X en los laboratorios del IPEN. Para ello se han analizado más de 15 muestras de sedimentos de río Chillón, en los que se han determinado niveles de abundancia de elementos como el Zn, Cu, Pb, Sr, etc. Y se ha focalizado los puntos de mayor abundancia de estos metales pesados, que son de interés y pueda tener influencia en la contaminación del río.

Palabras clave: Sedimento de río, FRX, metales pesados, contaminación.

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN CHILLON RIVER SEDIMENTS BY X-RAY FLUORESCENCE

ABSTRACT

In this paper, we show the results of work in the chillón river and laboratory work, using the technique of x-ray fluorescence in the laboratories of IPEN, were analyzed more than 15 samples of chillón river sediments which have found levels of abundance of elements such as Zn, Cu, Pb, Sr, etc. It has focused the most abundant heavy metals that are of interest and may have influence on the pollution of river.

Keywords: River sediments, XRF, heavy metals, pollution.

I. INTRODUCCIÓN

El río Chillón constituye una importante fuente de recurso hídrico que abastece a Lima Metropolitana; sin embargo, también constituye fuente de contaminación marina del litoral norte del Callao, tanto por el tipo de carga orgánica e inorgánica y microbiana que arrastran sus aguas.^[6-7]

El presente estudio se enfoca a la investigación de los terrenos correspondientes a las terrazas fluviales y a los del Cretáceo que albergan en sus rocas parte de los recursos de hidrocarburos y minerales económicos de los andes peruanos.

1.1. Características geológicas del valle del río Chillón

El valle del río Chillón tiene un rumbo aproximado de SW-NE, es decir, perpendicular al sistema andino. Se trata de un valle amplio en la parte inferior entre la explanada de San Diego-Pro hasta la localidad de Trapiche; la zona comprendida entre la localidad de Trapiche y Santa Rosa de Quives es un valle cerrado de fondo angosto en donde se tiene gran desarrollo de terrazas fluviales; entre Santa Rosa de Quives y Canta el valle se hace más estrecho, no presenta terrazas fluviales.^[1]

1 Facultad de Ciencias Físicas, UNMSM, heberchui@gmail.com

2 Facultad de Ciencias Físicas, UNMSM, bmiramirat@unmsm.edu.pe

3 Instituto Peruano de Energía Nuclear - IPEN, polivera@ipen.gob.pe

4 Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica, UNMSM, jjacayh@unmsm.edu.pe

Estudios anteriores determinaron que el Grupo Casma es una serie volcano-detritica que tiene sus afloramientos mejor desarrollados en el lado occidental del Batolito de la Costa, es una unidad litoestratigráfica reconocida por geólogos de la Carta Geológica Nacional^[8], quienes describen una secuencia compuesta de volcánicos andesíticos intercalados con areniscas grauvacas, lutitas y piroclásticos de aproximadamente 1700 m de espesor. Una buena síntesis de esta unidad litoestratigráfica se puede apreciar en los numerosos trabajos realizados, como el de Guevara (1980), quien hace énfasis sobre las correlaciones estratigráficas de esta unidad litoestratigráfica.^[1]

El Grupo Casma de la región de Lima tiene sus mejores afloramientos expuestos al noreste de la ciudad de Lima, en el valle del río Chillón, al sureste en el valle del río Lurín, y en los acantilados de Pasamayo, al norte de Lima.

Se ha investigado parte del Cretáceo de la región costanera del Perú Central (región de Lima) conformado por secuencias volcánicas y volcano-sedimentarias, denominada Grupo Casma^[9] de edad Albiana-Cenomaniana. Se trata de gruesas series volcánicas y volcano-sedimentarias propias de un arco volcánico, que afloran en el valle del río Chillón, sobre el cual se sobreponen secuencias de terrazas fluviales.^[6]

El objetivo general es determinar el nivel de abundancia, dispersión, correlación, contaminación y evolución de los metales pesados potencialmente tóxicos en los sedimentos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, así como para cada material geológico en la región seleccionada y la evolución de la abundancia.

II. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Muestreo, tamizado y preparación de la muestra

El muestreo, tamizado y preparación de la muestra se realizó de la siguiente manera:

- a) Proceso de extracción de las muestras.
- b) Características de la muestras.
- c) Preparación de la muestra para el análisis por la técnica de fluorescencia de rayos X (FRX).

a) Proceso de extracción de las muestras

Se extrae un puñado de arena en puntos diferentes al azar, de una superficie de aproximadamente 20 m de radio; se mezclan todas las muestras, se cuartea (divide en 4), se pasa por el cernidor de doble malla, todo ello se cuartea nuevamente hasta obtener aproximadamente 1 kg de muestra (éstas son muestras secas).

Seguidamente se etiquetan las muestras con las iniciales "SR", que significan sedimento de río Chillón. A continuación tomando todas las precauciones correspondientes, se trasladan las muestras al laboratorio de fluorescencia de rayos X, del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), para analizar por la técnica de fluorescencia de rayos X, tomando en cuenta todos los procedimientos.

b) Características de las muestras

Muestra SR-01

Lugar: Desembocadura del río Arahuy, a 20 m de la afluencia con el río Chillón, Santa Rosa de Quives - Canta km 60, a 1 km de la población. En la zona se observan grandes bloques de rocas aproximadamente de un metro de diámetro; predominan cactus más que arena, no existe agua al momento de tomar la muestra, poca vegetación en la desembocadura, pendiente aprox. cinco grados. La observación con lupa muestra la presencia de rocas ígneas, calizas, volcánicas, abundante cuarzo, micas.

Muestra SR-07

Lugar: Se obtuvo la muestra a lo largo del río Chillón, una distancia de aproximadamente 100 m. Predominan piedras más que arena, piedras con diámetro aprox. 20 a 30 cm; pendiente de tres grados, muestra tomada en el lecho

del río, en el cauce, zona seca, rodeado de bastante vegetación en los extremos, margen derecho del río Chillón, bastante agua. Las rocas son mayormente ígneas, volcánicas, existen fragmentos líticos, poco cuarzo.

Muestra SR-08

Lugar: Pucará. Km 59,5 zona minera a lo alto (camino de 6 horas), a 2 km del río y a 1 km de la carretera, poca vegetación, rocas de aprox. 10 m de diámetro (mayormente rocas ígneas), pendiente de 15 grados, valle seco. A la observación se percibe la presencia de cuarzo: 70%; mica: 25%; aproximadamente.

Muestra SR-11

Lugar: encuentro con río Maca-río Chillón - km 49. Arena color gris plumizo; valle amplio y plano; abundantes rocas de aproximadamente 20 cm de diámetro; abundante vegetación, poco curso de agua. Muestras tomadas a lo largo del río (aprox. 100 m.). A la observación se estima 25% de cuarzo, 60% de fragmentos de rocas, 10% de micas, arcillas en 5%.

Muestra SR-13

Lugar: Río Chillón, a 120 m de altura del puente Chillón, Panamericana Norte, km 14. Zona de bastante arbusto, pendiente de 5 grados; piedras de 20 a 40 cm de diámetro. Existe mucha contaminación de desmonte, ladrillos, basura, restos de animales muertos (cerdos, patos, perros, etc.). Zona de tránsito peatonal, pastoreo de animales. El color del agua es negro, caudal regular. Las muestras fueron tomadas a 550 m del puente Chillón, a lo largo del lecho del río.

Muestra SR-15

Zona baja de Obrajillo, aprox. 1.5 km de la ciudad de Canta (ciudad a 100 km de Lima) y a 500 m del puente de Obrajillo. Abundante vegetación y agua opaca; pendiente de 25 grados; rocas de 80 cm. de diámetro. Presencia de muchos desechos de plástico, botellas descartables.



Fotografía de la zona donde se obtuvo la muestra SR-01.



Fotografía de la zona donde se obtuvo la muestra SR-07.



Fotografía de la zona donde se obtuvo la muestra SR-8.



Fotografía de la zona donde se obtuvo la muestra SR-11.

c) Preparación de la muestra para el análisis por la técnica de fluorescencia de rayos X (FRX)

Se utilizó un tamiz de 200 mesh, para todas las muestras, seguidamente se guardaron en frascos de plástico una cantidad considerable (de 200 gramos aproximadamente).

Con las muestras ya tamizadas, listas en los frascos debidamente etiquetados, procedimos a preparar las muestras, pesando 10 gramos por cada muestra, para empastillarlos usando una prensa hidráulica, aplicando 10 toneladas, seguidamente se analizó por fluorescencia de rayos X en energía dispersiva con fuente de cadmio. Todos estos procedimientos se realizaron en el laboratorio de fluorescencia de rayos X, del Instituto Peruano de Energía Nuclear.

2.2. Fluorescencia de rayos X

El análisis por energía dispersiva de fluorescencia de rayos X es una técnica multielemental. Se basa en la irradiación de una muestra por un haz de rayos X, de muy baja intensidad, y por la detección de los rayos X secundarios emitidos por la muestra.

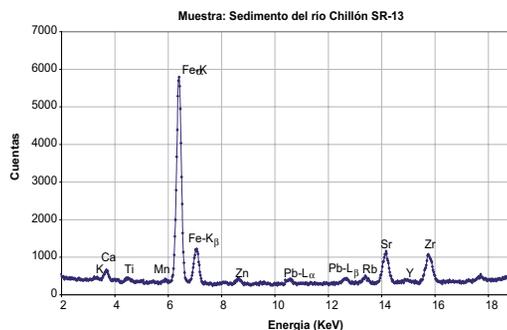
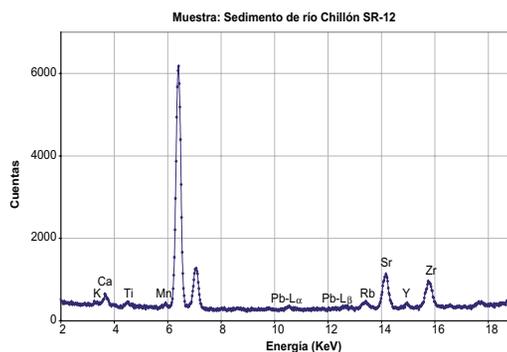
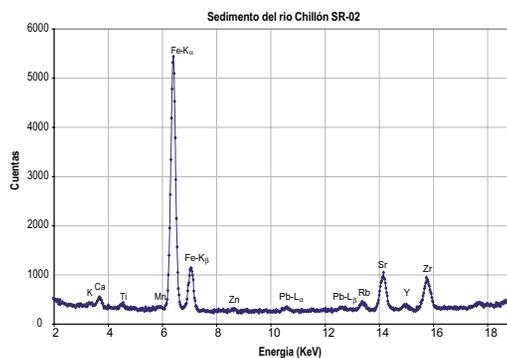
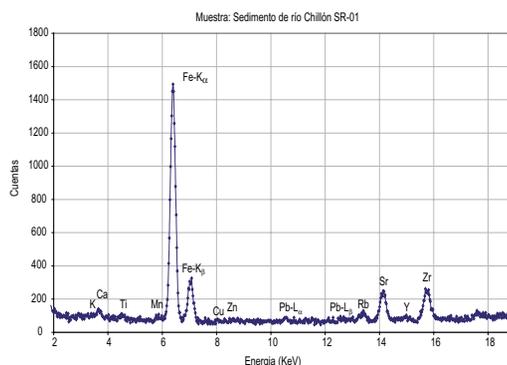
Es una técnica de carácter semicuantitativo cuando se tiene como referencia un patrón de suelos (NIST). La técnica de FRX es necesaria para evaluar la presencia de elementos químicos de interés como es el Pb, Zn, Cu, etc. para nuestro caso.

Condiciones de análisis:

Técnica:	Fluorescencia de rayos X en energía dispersiva
Fuente radiactiva:	CD-109
Método de cálculo:	Sensibilidad elemental

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la técnica de fluorescencia de rayos X, se obtuvieron los siguientes espectros (mostramos los más relevantes):



Después del análisis multielemental se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N.º 1. Resultados del análisis multielemental.

Cod.Muestr		SR-01	SR-07	SR-08	SR-11	SR-12	SR-13
Cod.Lab.FRX		CD0135	CD0136	CD0146	CD0140	CD0141	CD0142
K	%	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
Ca	%	2.3	3.3	2.8	2.7	3.2	3.2
Ti	%	0.3	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
Mn	ppm	565	826	504	486	453	373
Fe	%	2.6	3.7	2.7	2.6	2.5	2.3
Co	ppm	8.9	11.7	7.6	7.5	7.5	7.7
Cu	ppm	24	13	< 11	< 11	< 11	23
Zn	ppm	104	87	94	69	57	199
Rb	ppm	102	78	83	79	74	70
Sr	ppm	280	299	274	276	295	277
Y	ppm	21	18	15	13	16	12
Zr	ppm	204	144	198	170	147	168
Nb	ppm	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Pb	ppm	42	42	35	34	30	59
Th	ppm	< 9	< 9	11	< 9	< 9	< 9

A continuación presentamos la tabla de legislación ambiental holandesa del 2001. A manera de referencia, realizaremos comparaciones preliminares en tres elementos como: Cu, Pb y Zn, por ejemplo la concentración de cobre de la muestra SR-01 no supera el nivel “target”, ahora veremos la concentración del Pb en la muestra SR-03 tampoco supera el nivel “target” y por último la concentración de Zn en la muestra SR-13 supera el nivel “target” pero no supera el nivel de “intervención”.

Tabla N.º 2. Legislación ambiental holandesa.

Metales	2001	
	Valor Target	Valor intervención
As	29	55
Cd	0,8	12
Cr	100	380
Cu	36	190
Pb	85	530
Hg	0,3	10
Mo	3	200
Ni	35	210
Sn	0	0
Zn	140	720
Sb	3	15
V		
W		
Fe		

IV. CONCLUSIONES

De nuestros resultados y de algunas publicaciones referentes al tema podemos hacer las siguientes conclusiones:

- El elemento en mayor concentración es el Zn en la muestra SR-13 con 199 (ppm) partes por millón, conforme a los elementos y niveles establecidos en la tabla de legislación ambiental holandesa. Esta conclusión guarda estrecha conformidad con conclusiones en publicaciones^[7] como el de, referentes al presente estudio.
- Existe una importante concentración de plomo en las muestras SR-01 y SR-13 con 42 ppm, y 59 ppm. Aunque no superan los niveles “target”.

V. AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros agradecimientos al laboratorio de FRX del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), por haber hecho posible las mediciones.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Palacios O, Caldas J, Vela Ch. Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Boletín N.º 43, Serie A: Carta Geológica Nacional. INGEMMET: Lima. 163 p. 1992.
- [2] Vargas L, Chira JJ. Dispersión geoquímica de metales pesados en la cuenca alta y media del río Chancay. Lambayeque y Cajamarca. 2006.
- [3] Murray K S. Statistical comparisons of heavy metal concentrations in river sediment. Environmental Geology 27, p. 54-58. 1996.
- [4] Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Diagnóstico de la calidad del agua de la vertiente del Pacífico. Lima, Perú: INRENA; 1996 (Vol. I 43).

- [5] Implicancias ambientales. XIII Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica
- [6] Carranza C, Villanueva R, Espino M, Yamashiro C, Barreto M. Análisis integrado de trabajo de campo, aplicado a la cuenca media y baja del río Chillón, Lima: 2001.
- [7] Rivera H, Chira J, Zambrano K, Petersen P. Dispersión secundaria de los metales pesados en sedimentos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín. Departamento de Lima. 2007.
- [8] Trottereau G, Ortiz G. Geología de los cuadrángulos de Chimbote y Casma. Com. Carta Geol. Nac. (inédito). 1963.