

ANEXO

1.7

**Presa el Molinito: análisis de
sedimentos modernos y acumulados**

PRESA EL MOLINITO: ANÁLISIS DE SEDIMENTOS MODERNOS Y ACUMULADOS

Alexander Correa-Metrio, Ph.D.

La presa “El Molinito” inicio operaciones en el año de 1992, desde entonces ésta ha contenido el cauce del Río Sonora, del Arroyo La Junta y del Tributario Norte (Figura 1). La presa “El Molinito” contiene más de 23 años de acumulación de sedimentos acarreados por el Río Sonora, en los cuales se puede encontrar el contenido histórico de las concentraciones de distintos elementos. Entre estos se encuentran algunos de los elementos que fueron vertidos en el Río Sonora por un derrame de más de 40,000 mil m³ de lixiviados de sulfato de cobre acidulado en agosto del 2014. Este estudio comparó los registros modernos e históricos contenidos en el sedimento de la presa El Molinito con el fin de conocer si existía una anomalía en la composición de los sedimentos superficiales en la presa El Molinito. De existir tal diferencia, indicaría un efecto sustancial del derrame producido por el accidente minero sobre la composición de los sedimentos acarreados por el río.

2. MÉTODO

2.1 TRABAJO DE CAMPO

En mayo del 2015 se realizó la batimetría de la Presa El Molinito, la cual permitió conocer el relieve y la profundidad de la presa. La selección de los sitios de muestreo no sólo se restringió a la topografía de la presa, sino también a la ubicación de las entradas de los arroyos secundarios a la presa. El molinito recibe los afluentes Tributario Norte y Arroyo La Junta (Figura 1), los cuales aportan carga sedimentaria distinta a la que aporta el Río Sonora. La ubicación de algunas de las localidades de muestreo a la entrada de éstos afluentes permitió diferenciar la proveniencia del material sedimentario. A partir de estos dos criterios se eligieron 20 localidades para recolectar sedimentos superficiales y siete sitios para la recuperación de los datos históricos (Figura 1).

Para responder la pregunta planteada en este estudio se decidió comparar los sedimentos modernos con los sedimentos históricos de la presa El Molinito. El diagnóstico moderno de los sedimentos superficiales se realizó a través de un muestreo sistemático de los

sedimentos superficiales mediante el uso de una draga Ekman. En total, se muestrearon 20 localidades, de cada una de las cuales se analizó únicamente el centímetro superficial.

Los registros históricos fueron muestreados a través de la extracción de secuencias sedimentarias de siete localidades (Figura 1). En cada localidad se construyó una sección tipo derivada de tres secuencias extraídas mediante un nucleador Livingstone modificado (Colinvaux *et al.* 1999), el cual garantiza una recuperación de aproximadamente el 95% en incrementos de un metro (Figura 2). Adicionalmente, en cada localidad se recuperaron tres núcleos mediante un nucleador de gravedad, de manera que se garantizara la integridad estratigráfica de la interfase agua-sedimento (Figura 2). Es importante señalar que, en todas las localidades muestreadas, se logró recuperar el paquete sedimentario completo; es decir, los nucleadores llegaron al material regolítico consolidado del fondo de la presa.

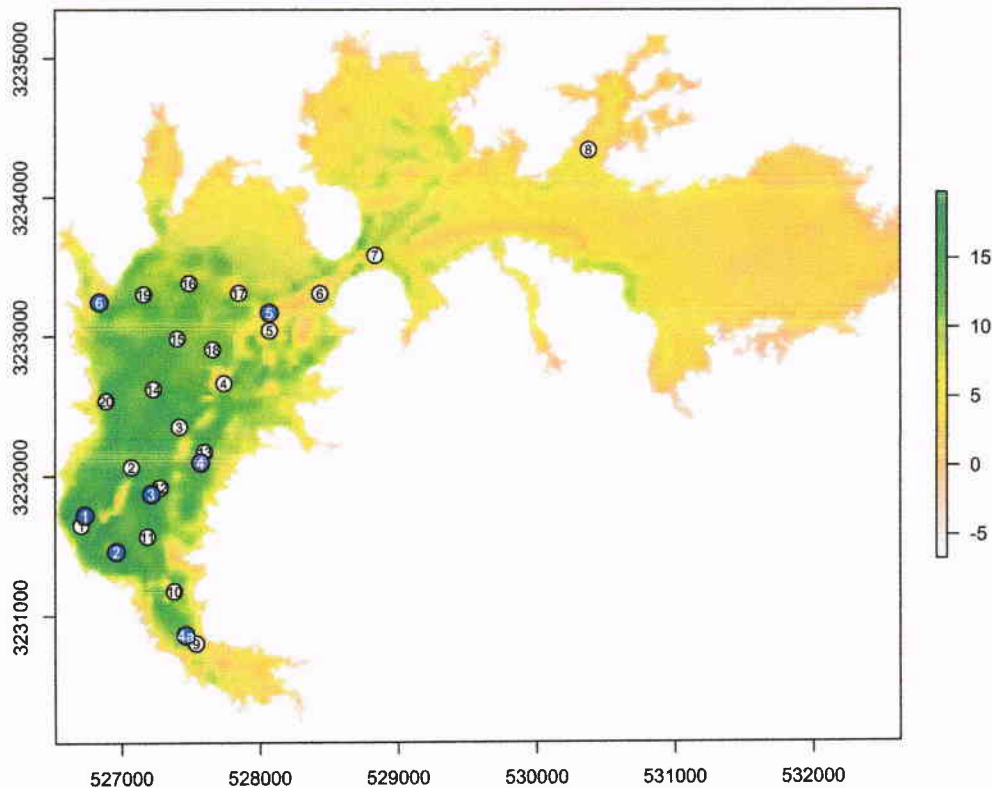


Figura 1. Mapa de la presa El Molinito en el que se aprecia la profundidad (m) y la ubicación de las localidades de muestreo moderno (círculos blancos) y los sitios donde se recuperaron los núcleos de sedimento (círculos azules).

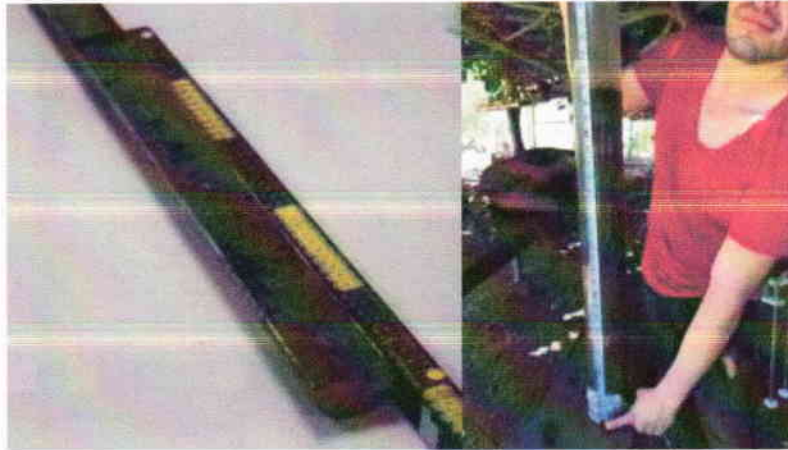


Figura 2. Sedimentos recuperados en la presa El Molinito. A la derecha se aprecia un núcleo recuperado con un nucleador Livingstone modificado y a la derecha el recuperado con un nucleador de gravedad.

2.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Los núcleos de sedimento y las muestras modernas fueron trasladados al Instituto de Geología de la UNAM en donde han sido almacenados en condiciones óptimas para garantizar la preservación de la evidencia presente en éstos.

Los análisis de geoquímica elemental se llevaron a cabo tanto en los registros modernos como históricos. Se usó un analizador de fluorescencia de Rayos X Thermo Scientific NITON FXL 950. Esta técnica se basa en la emisión de rayos X característicos de cada átomo excitados por radiación electromagnética (Boyle 2000). Es de esta forma que los distintos elementos químicos presentes en el paquete sedimentario son detectados y cuantificados. Para las muestras modernas se tomaron muestras de un centímetro cúbico por draga por localidad, mientras que para las muestras históricas se tomó un cm cúbico por cada cm de profundidad por cada sitio de muestreo. Éstas fueron secadas y molidas en mortero de ágata para posteriormente ser analizadas. Se determinaron las concentraciones de As, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Pb, Ti, Rb, Sr, V, Zn y Zr, todas ellas medidas en partes por millón (ppm) y posteriormente transformadas a porcentajes.

2.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Análisis de los sedimentos modernos — Los registros geoquímicos modernos fueron explorados mediante un análisis de componentes principales (ACP) individuales (Legendre & Legendre 1998). El objetivo principal del ACP es describir la variación de un gran conjunto de variables correlacionadas, $x^T = (x_1, \dots, x_q)$, en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas, $y^T = (y_1, \dots, y_q)$, donde cada una de estas nuevas variables es una combinación lineal de las variables originales x . Las nuevas variables se derivan en orden decreciente de importancia en el sentido que y_1 acumula tanto como es posible de la variación de los datos originales contra todas las combinaciones lineales de x . Después y_2 empieza acumular tanto como es posible de la variación restante, este nuevo componente debe no estar correlacionado con el componente anterior. Las nuevas variables, y_1, \dots, y_q , calculadas a partir de este proceso son conocidos como componentes principales. Por lo tanto, la meta del ACP es que los primeros componentes acumulen una proporción importante de la variación de las variables originales (x_1, \dots, x_q) , y permita el uso de éstos para resumir y describir estas variables de manera más sencilla y en menos dimensiones. El uso del ACP permitió identificar los elementos más representativos, es decir, aquellos con los vectores de mayor longitud. Además se descartaron los elementos que estuvieran altamente correlacionados, lo cual lo indica el ángulo entre los vectores como sigue: i) ángulos cercanos a cero entre pares de vectores indican correlación positiva; ii) ángulos cercanos a 180 grados entre pares de vectores indican correlación negativa; y iii) ángulos cercanos a 90 grados entre pares de vectores indican independencia (Figura 3). Una vez seleccionados los elementos que ofrecían más información se resumió la variabilidad de cada elemento en las muestras modernas en términos de su valor medio e intervalos de confianza calculados mediante funciones de densidad de probabilidad (FDP) no paramétricas (Figura 4). Las FDP permitieron identificar concentraciones (ppm) diferentes a las concentraciones promedio de cada elemento.

Análisis de los sedimentos históricos — Se seleccionaron las dos localidades con el registro sedimentario más completo y más largo para los análisis estadísticos. A partir de ambas secuencias tipo se construyeron los intervalos de confianza (IC) para los datos históricos. Los

intervalos de confianza estuvieron basados en los valores promedio reportados por el método de fluorescencia de Rayos X más o menos dos veces los errores estándar (E.E) también reportados por el laboratorio.

Comparación de datos modernos e históricos — Sólo se usaron los datos históricos y modernos correspondientes a los elementos seleccionados mediante el ACP. La comparación se realizó a través de las FDP de los datos modernos y los IC de los valores conjuntos de las dos localidades elegidas para los datos históricos, esto permitió verificar si las concentraciones actuales de los elementos representativos están dentro de los niveles mínimos y máximos históricos. De esta manera, si el 95 % del área bajo la curva de la FDP de cualquier elemento está dentro del intervalo de confianza de los datos históricos del mismo elemento (± 2 E.E.), entonces la concentración actual no es significativamente distinta de la encontrada en el registro sedimentario histórico. Finalmente, se compararon las relaciones, de los valores reportados, de Pb-As y Mn-Cu del derrame con una mezcla de las FDP de los elementos involucrados en cada relación, así como con los IC de los datos históricos. Los IC de la relación Pb-As fueron contruidos a partir de la combinación de los IC inferiores del plomo con los IC inferiores del arsénico, de igual forma con los IC superiores de este par de elementos. El mismo procedimiento se realizó para construir los IC de la relación Mn-Cu.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los sedimentos modernos — En el Anexo 1 se presentan los datos de concentraciones elementales reportadas por XRF para las muestras superficiales del El Molinito. El primer eje del ACP absorbió el 40.25% de la varianza, mientras el segundo el 23.29%, la suma de varianza retenida por ambos es de 63.54%, por lo tanto la proporción de varianza no explicada es de sólo 36.56%. El ACP permitió identificar a los elementos As, Cu, Fe, Mn, Pb y Ti como los más representativos (Figura 3). Es importante señalar que estos elementos también fueron seleccionados por su posible efecto sobre el ambiente y la población después del derrame de lixiviados de sulfato de cobre acidulado.

Las funciones de distribución de probabilidad de As, Cu, Fe, Mn, Pb y Ti mostraron que la mayoría de las concentraciones de cada elemento tienden a estar alrededor de la media (Figura 4). Sin embargo, para el caso de As, Cu y Pb hay concentraciones puntuales superiores al valor promedio. Adicionalmente, también se encontraron observaciones menores a la concentración media de plomo. Es importante recordar que estas FDP se construyeron con los datos del contenido en ppm de cada elemento en cada sitio (20), por lo cual las observaciones remotas alejadas de la media corresponden a sitios con un contenido mayor o menor a la concentración media de los elementos ya mencionados. Los sitios 7 y 8 tuvieron un mayor contenido de Pb y Cu que el resto de los sitios, mientras que el sitio 9 tuvo una concentración de As más alta pero menor contenido de Pb que el promedio, (Figura 4). El sitio 9 se encuentra en la entrada del Arroyo La Junta, por lo cual los sedimentos con mayor contenido de As no corresponderían al derrame de agosto del 2014. En cambio, los sitios 7 y 8 están ubicados en la entrada del cauce del Río Sonora, por lo que los sedimentos superficiales con mayor contenido de Pb y Cu podrían ser resultado del incidente ocurrido en el 2014. Sin embargo, en ningún caso las concentraciones se encuentran por encima de los IC del 95%.

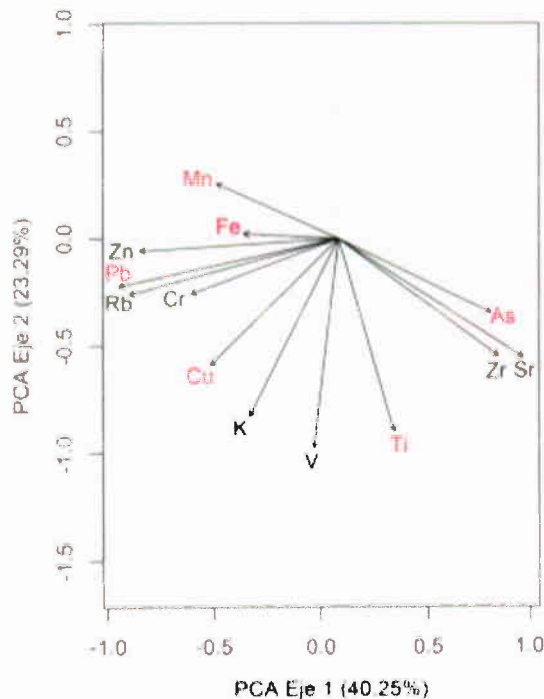


Figura 3. Análisis de componentes principales realizado con las concentraciones de As, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Pb, Ti, Rb, Sr, V, Zn y Zr de los sedimentos superficiales de las 20 localidades muestreadas mediante el uso de una draga Ekman. En rojo se observan los elementos seleccionados para el resto de los análisis.

Por otro lado, las concentraciones superficiales promedio de arsénico y cobre de los sedimentos de El Molinito estuvieron por encima de las reportadas por para los materiales vertidos (Fig. 4). De manera contrastante, los niveles promedio superficiales de manganeso y plomo en los sedimentos de El Molinito son inferiores a los valores reportados para los materiales del derrame.

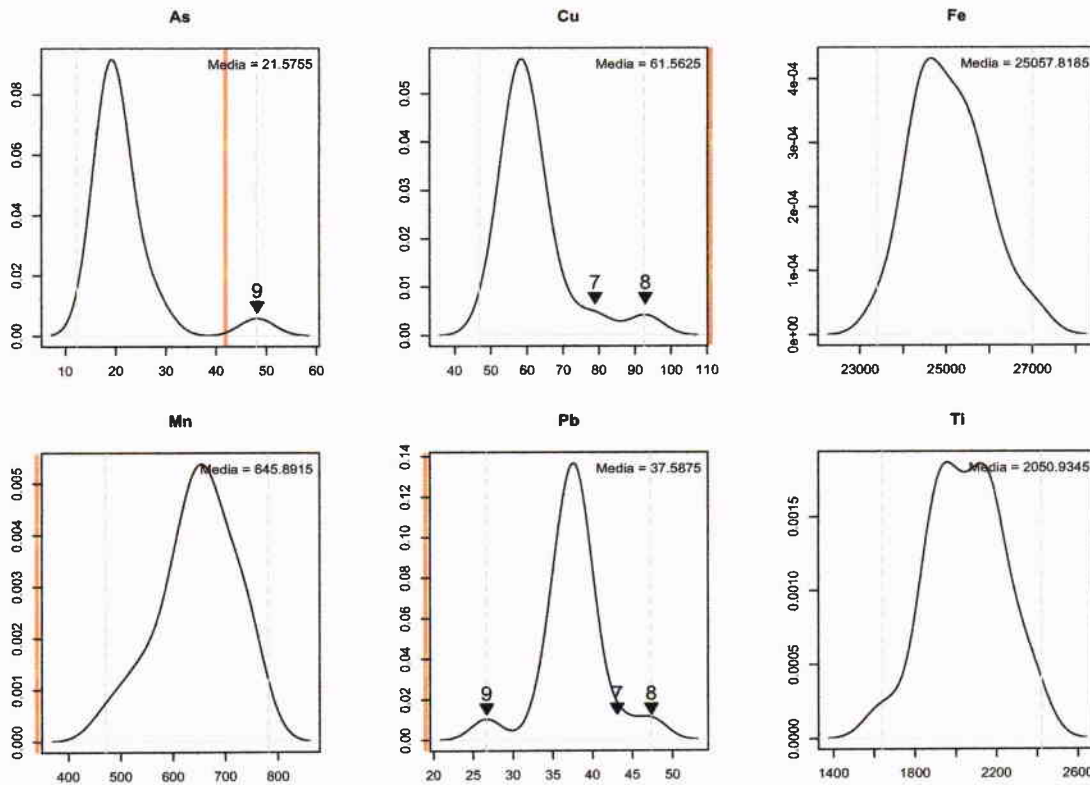


Figura 4. Funciones de densidad de probabilidad calculadas a partir de los datos de concentración (ppm) de las 20 localidades donde se muestrearon sedimentos superficiales.

Análisis de los sedimentos históricos — En total se extrajeron 28.22 m de material sedimentario (Tabla 1). Las localidades con los registros más largos y completos fueron los sitios 2 y 4, por lo cual fue con éstos con los que se construyeron los IC de la concentración histórica de los seis elementos más representativos (Figura 5, datos en los Anexos 2 y 3). Estos IC representan toda la variación en las concentraciones de As, Cu, Fe, Mn, Pb y Ti desde que la

presa El Molinito empezó a recibir el caudal del Río Sonora. El arsénico y el cobre presentaron los IC más amplios pero los valores promedio más semejantes; es decir, son los elementos que más variación tuvieron en las mediciones. Esto se puede deber a distintos factores, como la topografía del fondo de la presa, el método de lectura de las muestras o una fluctuación histórica propia de las descargas de contaminantes al Río Sonora y a los tributarios de la presa El Molinito.

Tabla 1. Longitud de los siete paquetes sedimentarios recuperados mediante un nucleador Livingstone. Cada núcleo estuvo compuesto de tres secuencias.

Sitio	Recuperación (m)
1	4.61
2	5.78
3	0.37
4	5.02
4a	3.31
5	3.86
6	5.27
Total	28.22

En cambio, los IC del resto de elementos analizados son menos amplios. De entre éstos, los IC del hierro y del titanio son muy poco amplios, pero las concentraciones de estos son las más distintas (Figura 5); por ejemplo, a una profundidad aproximada de 60 cm el Ti tiene concentraciones muy diferentes (entre 2000 y 3500 ppm). En cuanto a la variación de la concentración a través del tiempo, se puede observar una tendencia negativa entre contenido de cobre y titanio y la profundidad del paquete sedimentario; dicho de otro modo, el contenido de estos dos elementos parece haber sido mayor cuando la presa El Molinito empezaba a ser usada y ha disminuido a través del tiempo.

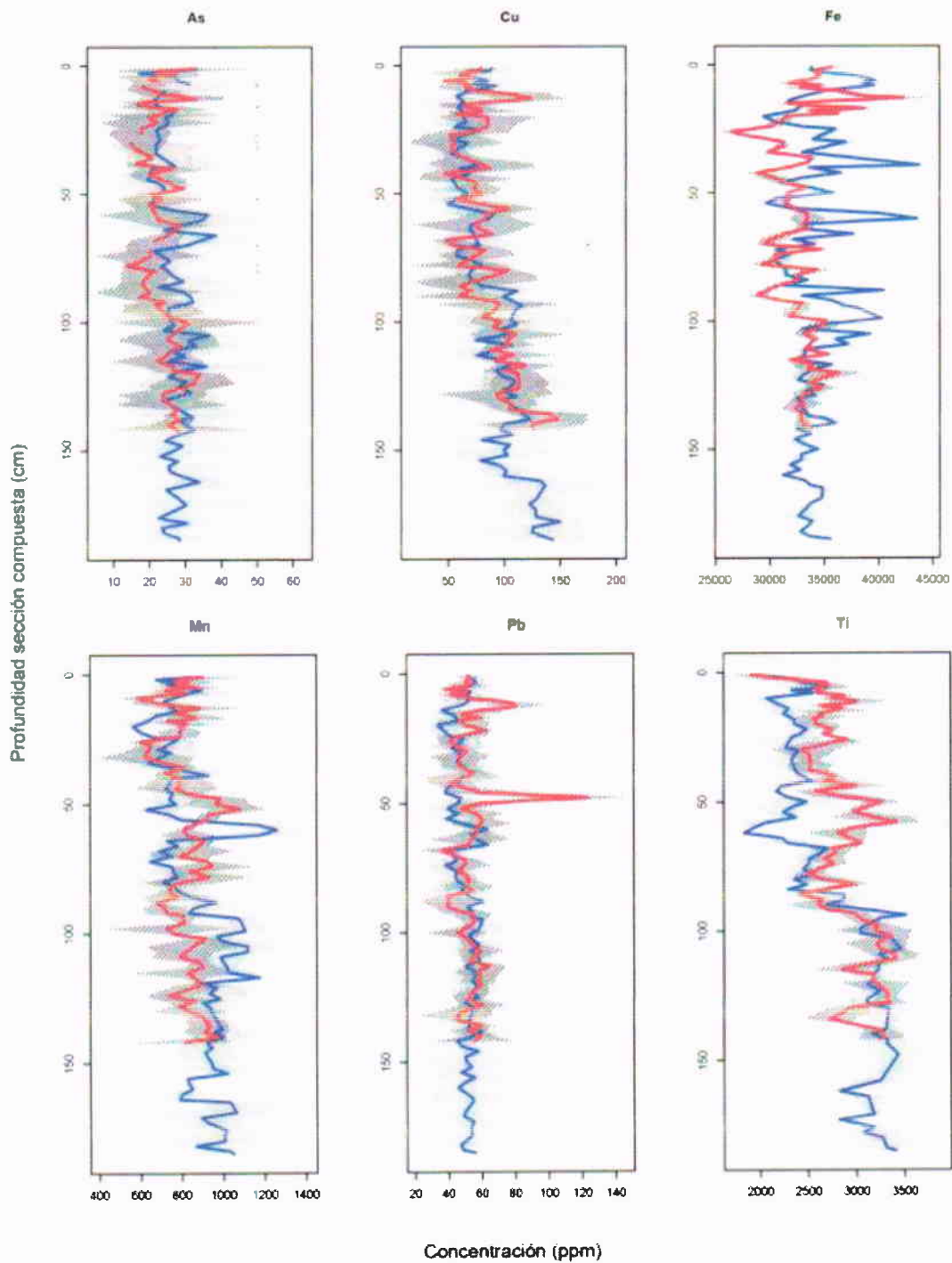


Figura 5. Intervalos de confianza (± 2 E.E., sombra gris) de la concentración de los seis elementos seleccionados a través del ACP. La línea roja son los valores promedio de concentración (ppm) históricos del núcleo 2, la línea azul corresponde a los valores medios del sitio 4.

Comparación de datos modernos e históricos — Los IC de los datos históricos y el 95% del área bajo la curva de las FDP de los datos modernos se interceptan en la mayoría de los casos (Figura 7). Por lo tanto, las concentraciones modernas de As, Cu, Mn, Pb y Ti no son significativamente distintas de las concentraciones presentes a lo largo del proceso de sedimentación. En cambio, el contenido promedio actual de hierro es significativamente menor al encontrado en el paquete sedimentario, dado que los IC y la FDP de las concentraciones no se traslapan (Fig. 6).

La relación Pb/As y Mn/Cu, estimadas a partir de los datos reportados del derrame, tomados después del incidente ocurrido en agosto del 2014 son significativamente menores a las encontradas en los datos superficiales y en el paquete sedimentario (Figura 7). Si se comparan las FDP de ambas relaciones, se puede observar que hubo más variación entre los valores de Mn/Cu, lo cual sugiere que los aportes de Mn y Cu a la presa provienen de distintas fuentes y que cada fuente tiene concentraciones diferentes. En cambio, los valores para la relación Pb/As están mucho menos dispersos, excepto por los sitios 9 y el 10, ubicados en la entrada del afluente del Arroyo La Junta. Este resultado puede apuntar a que este afluente acarrea menos contenido de As/Cu que el Río Sonora y el Tributario Norte, los cuales al parecer trasladan agua con una concentración semejante de As/Cu (por eso la FDP es mucho más angosta).

Finalmente, los resultados encontrados muestran que las concentraciones modernas de As, Cu, Fe, Mn, Pb y Ti no son diferentes estadísticamente de las encontradas en el paquete sedimentario. Sin embargo, la parte inferior de ambas secuencias muestra que entre la construcción de la presa y el depósito de aproximadamente la mitad de los sedimentos, las concentraciones de Mn y Ti fueron superiores a las que se registran en la actualidad. Esta última observación sugiere un cambio en la fuente principal de sedimento, un asunto que podría explorarse en estudios futuros.

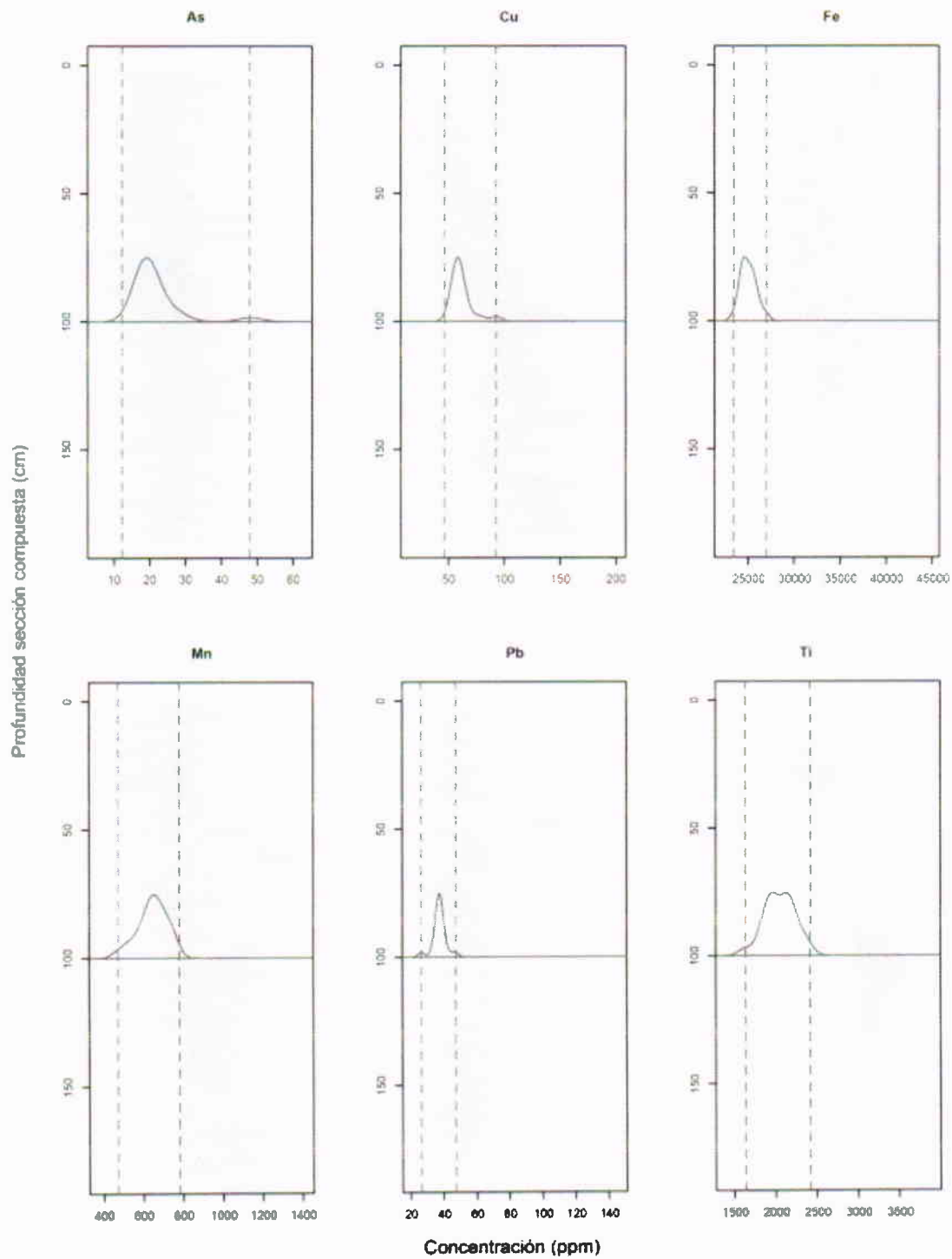


Figura 6. Comparación de los IC del registro sedimentario y las funciones de densidad de probabilidad de las muestras modernas. Los IC se muestran en sombra gris y el umbral de confianza (95%) de las FDP en líneas punteadas.

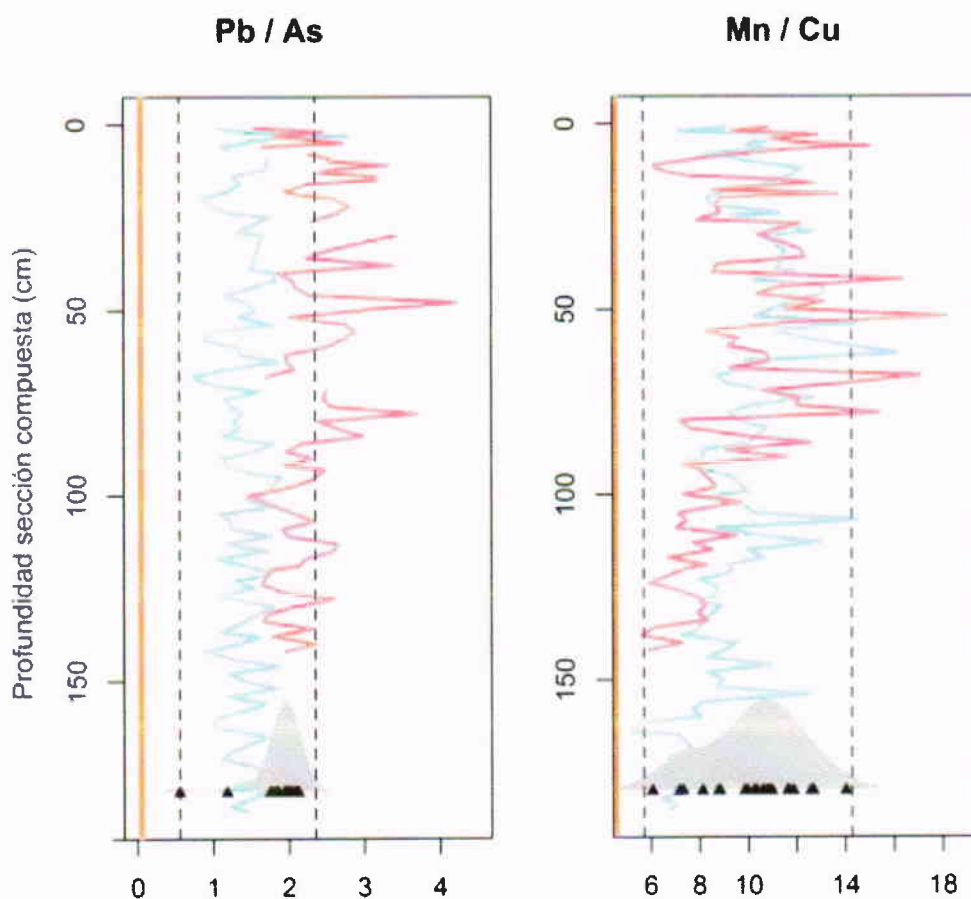


Figura 7. Comparación entre los valores reportados del derrame, las FDP y los IC históricos para las relaciones entre los elementos Pb/As y Mn/Cu. En ambos casos las concentraciones modernas e históricas son significativamente mayores a la concentración reportada. La línea naranja es el valor de la concentración (ppm) de Pb/As y de Mn/Cu, los triángulos negros son los 20 sitios en los cuales se recuperaron las muestras modernas y con los cuales se construyó la FDP de cada par de elementos, las líneas punteadas delimitan el 95% del área bajo la curva de la FDP, la línea azul es el IC inferior y la línea roja el IC superior de las concentraciones en el registro sedimentario.

4. REFERENCIAS

- Boyle, J.F. 2000. Rapid elemental analysis of sediment samples by isotope source XRF. *Journal of Paleolimnology* 23: 213-221.
- Colinvaux, P., de Olivera, P.E. & Moreno, P.J.E. 1999. *Amazon Pollen Manual and Atlas*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Scientific, Oxford.

5. Lista de Anexos

Anexo 1. Concentraciones elementales reportadas por el método XRF para las muestras superficiales de El Molinito.

Anexo 2. Concentraciones elementales reportadas por el método XRF para la secuencia sedimentaria del sitio 2 de El Molinito.

Anexo 3. Concentraciones elementales reportadas por el método XRF para la secuencia sedimentaria del sitio 4 de El Molinito.

**Anexo 1. Concentraciones elementales
reportadas por el método XRF para las
muestras
superficiales de El Molinito.**

	Sitio	X	Y	pH	Conductividad
					mS/cm
1	SdMo-01	526707	3231647	8.4	161
2	SdMo-02	527071	3232062	8.3	193
3	SdMo-03	527417	3232352	8.2	223
4	SdMo-04	527741	3232664	8.3	159
5	SdMo-05	528071	3233042	8.1	238
6	SdMo-06	528436	3233309	8.2	260
7	SdMo-07	528835	3233584	8.3	204
8	SdMo-08	530377	3234342	8.2	238
9	SdMo-09	527539	3230801	8.1	277
10	SdMo-10	527380	3231175	8.1	299
11	SdMo-11	527187	3231567	8.2	196
12	SdMo-12	527279	3231916	8.3	157
13	SdMo-13	527600	3232171	8	233
14	SdMo-14	527231	3232622	8.4	146
15	SdMo-15	527404	3232984	8.3	146
16	SdMo-16	527488	3233382	8.3	190
17	SdMo-17	527850	3233312	8.1	306
18	SdMo-18	527659	3232907	8.3	170
19	SdMo-19	527161	3233303	8.4	124
20	SdMo-20	526889	3232538	8.2	192

	Sitio	As	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Pb	Rb	Sr	Ti	V	Zn	Zr
		mg/kg													
1	SdMo-01	19.15	139.73	57.45	25595	9984	710.57	NA	38.71	101.8	184.03	1894	68.4	102.86	125.5
2	SdMo-02	19.99	134.92	57	25743	11165	751.48	NA	38.78	101.86	195.93	2112	78.3	102.8	125.71
3	SdMo-03	17.86	127.48	58.93	25023	9964	653.88	NA	36.94	100.64	199.66	1941	74.84	100.27	123.78
4	SdMo-04	19.49	128.94	59.56	25515	11204	670.89	NA	38.73	103.91	200.71	2169	80.5	104.56	130.25
5	SdMo-05	19.33	129.75	63.65	24405	10829	590.69	NA	38.2	100.42	214.42	2141	87.75	98.39	130.46
6	SdMo-06	20.28	128.33	69.71	24117	11035	545.61	3.28	36.93	101.65	221.09	2346	94.22	99.38	137.39
7	SdMo-07	23.19	142.3	78.98	25004	10446	606.59	NA	43.09	109.19	205.16	2108	86.47	107.96	134.98
8	SdMo-08	26.76	126.54	92.93	26265	10903	610.89	2.53	47.37	118.5	197.59	1867	80.74	124.42	138.32
9	SdMo-09	48.15	110.29	55.36	24325	9923	477.68	2.6	26.69	88.25	262.68	2251	76.51	85.2	168.92
10	SdMo-10	28.4	109.79	50.21	26981	9562	729.1	4.24	33.67	97.88	233.41	1874	76.03	100.69	138.67
11	SdMo-11	22.14	124.39	55.27	26080	10781	723.45	NA	38.84	102.63	184.44	2012	72.77	103.01	127.97
12	SdMo-12	19.57	131.35	56.16	25120	9841	685.18	NA	35.82	101.42	186.64	1890	70.66	103.02	124.93
13	SdMo-13	18.73	132.9	63.59	25343	9895	665.95	NA	39.25	103.23	188.75	1948	77.9	102.96	126.77
14	SdMo-14	19.61	140.95	60.56	24677	10080	657.25	NA	37.96	100.94	191.61	1994	76.86	99.1	125.78
15	SdMo-15	18.62	133.78	62.54	25537	10841	648.01	NA	36.68	102	208.81	2149	79.83	101.38	133.26
16	SdMo-16	17.9	130.93	53.54	24396	10380	615.02	NA	36.37	97.19	215.58	2169	85.47	98.01	126.98
17	SdMo-17	18.43	129.75	61.55	24539	11179	746.45	NA	39.21	102.25	221.38	2370	82.49	97.47	134.37
18	SdMo-18	17.65	104.22	56.85	23518	8688	530.9	NA	35.21	97.67	197.39	1645	57.06	99.95	127.68
19	SdMo-19	18.64	130.87	57.96	24670	10785	659.49	NA	36.13	98.2	211.89	2177	82.16	95.31	127.29
20	SdMo-20	17.62	140.11	59.45	24305	10445	638.75	NA	37.17	101.23	190.75	1964	71.6	101.42	128.14

**Anexo 2. Concentraciones elementales
reportadas por el método XRF para la
secuencia
sedimentaria del sitio 2 de El Molinito.**

Nucleo			Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD	Cu	SD
	Nucleo	Sample	cm	mg/kg													
MOG15	vii	1	1	191	4.10	338	1.28	138	3.62	53	6.37	33	10.53	137	12.89	88	18.95
MOG15	vii	2	2	197	5.89	234	0.95	141	7.37	53	10.70	28	7.93	142	2.22	87	18.85
MOG15	vii	3	3	194	1.92	192	1.89	145	4.62	57	7.19	17	2.89	138	5.27	65	21.71
MOG15	vii	4	4	200	2.46	208	1.21	154	4.24	55	4.51	27	16.82	148	10.21	61	13.02
MOG15	vii	5	5	203	3.01	279	3.30	149	3.69	53	6.46	28	3.63	152	3.71	76	13.50
MOG15	vii	6	6	201	1.26	332	3.16	151	0.90	46	20.07	28	23.30	125	14.24	86	12.17
MOG15	vii	7	7	195	2.13	261	4.07	161	3.82	54	3.95	31	22.41	156	6.06	72	25.30
MOG15	vii	8	8	182	0.88	254	0.62	138	1.28	51	8.90	NA	NA	125	7.75	92	8.13
MOL15	IV	IV-D1-4-6	10	188	0.65	237	1.78	139	1.22	54	16.76	24	22.51	145	11.88	69	8.56
MOL15	IV	IV-D1-6-8	12	177	4.70	239	2.73	123	1.87	49	11.42	22	10.00	120	8.33	58	5.42
MOL15	IV	IV-D1-8-10	14	167	0.96	229	2.44	121	2.36	37	6.19	21	14.03	125	8.39	64	32.89
MOL15	IV	IV-D1-10-12	16	166	4.73	226	4.29	122	3.36	43	14.78	23	NA	114	5.45	59	30.19
MOL15	IV	IV-D1-12-14	18	186	3.77	238	1.45	129	2.74	46	14.80	27	19.82	118	7.15	63	21.98
MOL15	IV	IV-D1-14-16	20	169	1.96	235	3.10	114	6.48	34	13.66	25	30.98	99	15.09	64	15.10
MOL15	IV	IV-D1-16-18	22	173	2.67	225	3.34	114	3.91	37	14.43	25	12.35	103	3.85	66	20.99
MOL15	V	v-d1-5-7	24	179	2.16	238	2.46	128	3.37	41	6.47	23	5.10	137	4.74	56	13.88
MOL15	V	v-d1-7-8	25	185	3.56	261	3.76	133	1.41	49	10.72	22	25.62	143	7.51	79	11.42
MOL15	V	v-d1-10-12	29	179	2.89	248	3.50	129	4.18	42	23.55	23	0.70	122	6.46	52	14.49
MOL15	V	v-d1-12-13	30	190	3.86	263	1.33	134	4.93	47	3.45	22	32.47	119	4.44	68	29.29
MOL15	V	v-d1-15-17	34	174	3.00	226	1.07	123	1.33	45	16.78	22	19.06	121	0.40	53	14.43
MOL15	V	v-d1-20-22	39	199	2.41	283	1.50	156	5.40	55	15.26	27	25.03	156	4.40	79	22.45
MOL15	V	v-d1-22-23	40	180	3.06	261	1.98	132	4.56	48	3.42	21	13.69	120	2.44	61	32.30
MOL15	VI	vi-d1-21-23	42	187	1.07	251	2.03	139	2.43	47	11.56	20	21.49	130	2.86	69	6.34
MOL15	VI	vi-d1-23-25	44	169	3.50	267	1.89	120	2.53	39	10.83	20	15.78	106	5.71	53	32.83
MOL15	VI	vi-d1-25-27	46	165	2.26	232	1.67	116	2.61	38	1.71	23	23.41	110	2.83	56	7.89
MOL15	VI	vi-d1-27-29	48	186	3.03	225	2.86	133	1.72	48	6.49	24	9.24	115	7.64	59	23.60
MOL15	VI	vi-d1-29-31	50	178	4.01	226	1.44	138	2.18	46	12.07	22	27.93	136	10.06	67	20.90

Nucleo			Depth final	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
	Nucleo	Sample	cm												

MOG15	vii	1	1	33887	1.66	847	4.32	53	37.25	1915	1.60	48995	0.85	17323	1.19
MOG15	vii	2	2	33768	0.95	674	2.98	46	11.17	2255	2.90	20244	0.13	18530	0.12
MOG15	vii	3	3	34965	0.86	775	2.72	53	23.59	2440	1.55	12402	2.15	19243	2.69
MOG15	vii	4	4	37382	1.55	738	7.61	44	13.60	2401	7.88	14810	0.50	18092	1.73
MOG15	vii	5	5	38912	1.27	806	8.56	44	11.02	2657	2.06	24374	1.12	19906	1.69
MOG15	vii	6	6	39693	1.16	895	4.41	51	33.33	2709	4.51	27853	1.23	18021	1.10
MOG15	vii	7	7	38644	1.35	842	14.47	45	0.05	2335	2.99	27585	0.51	18955	1.38
MOG15	vii	8	8	39614	1.19	808	8.35	42	7.52	2555	2.80	27399	0.85	16758	2.09
MOL15	IV	IV-D1-4-6	10	35242	1.30	718	0.84	49	16.59	2071	2.54	19824	0.95	15760	4.18
MOL15	IV	IV-D1-6-8	12	33259	0.88	733	4.67	58	27.66	2178	5.17	23181	1.98	15307	0.88
MOL15	IV	IV-D1-8-10	14	31684	0.18	781	2.29	46	14.13	2303	3.61	25933	1.31	15067	1.41
MOL15	IV	IV-D1-10-12	16	32937	0.40	673	2.24	51	NA	2247	3.57	26624	1.34	15223	3.88
MOL15	IV	IV-D1-12-14	18	32201	1.21	630	7.08	43	9.68	2351	1.12	23622	1.08	16769	0.87
MOL15	IV	IV-D1-14-16	20	29406	1.16	564	5.11	45	NA	2368	3.60	26550	0.71	16158	0.89
MOL15	IV	IV-D1-16-18	22	30447	1.01	594	0.72	43	5.05	2490	2.75	22872	1.43	15952	1.64
MOL15	V	v-d1-5-7	24	33004	0.13	657	4.55	45	3.77	2412	2.78	26752	2.19	16808	0.24
MOL15	V	v-d1-7-8	25	36030	1.50	781	6.81	51	3.15	2336	7.56	26619	1.38	16473	1.18
MOL15	V	v-d1-10-12	29	33974	0.92	686	11.96	39	7.65	2267	4.32	26235	0.11	16851	1.87
MOL15	V	v-d1-12-13	30	37018	1.67	747	10.08	39	7.65	2398	1.66	26523	1.89	16491	0.39
MOL15	V	v-d1-15-17	34	33024	0.85	634	13.32	58	NA	2330	5.30	25368	1.01	16607	1.97
MOL15	V	v-d1-20-22	39	43775	1.24	928	6.76	47	13.25	2385	3.69	27299	0.65	16817	1.72
MOL15	V	v-d1-22-23	40	33617	1.10	752	8.19	45	24.78	2446	4.61	28534	1.66	16876	3.49
MOL15	VI	vi-d1-21-23	42	36521	0.16	747	6.32	44	11.02	2535	5.60	24077	0.36	15544	3.01
MOL15	VI	vi-d1-23-25	44	32962	1.23	720	7.43	41	21.16	2223	2.82	33130	0.75	15542	2.16
MOL15	VI	vi-d1-25-27	46	30995	1.56	758	4.43	46	22.38	2175	1.88	28200	2.04	15148	2.13
MOL15	VI	vi-d1-27-29	48	33869	1.54	740	9.94	46	19.56	2275	1.41	19011	0.92	16208	2.73
MOL15	VI	vi-d1-29-31	50	35849	0.93	772	5.41	41	17.69	2485	6.66	23025	0.45	16536	1.69

Nucleo			Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD	Cu	SD	Nucleo	
	Nucleo	Sample	cm	mg/kg															
MOL15	VI	vi-d1-31-33	52	173	1.67	261	0.80	121	1.88	40	24.72	22	NA	115	6.95	58	32.14	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-33-35	54	177	2.24	267	1.57	118	1.61	46	3.23	20	22.14	111	7.59	50	2.74	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-35-37	56	181	2.94	288	6.35	125	2.99	39	14.52	26	15.40	120	10.29	69	15.34	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-37-39	58	187	0.86	328	1.09	143	4.47	50	5.81	36	10.85	161	11.66	91	23.59	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-39-41	60	194	4.85	354	1.27	146	3.54	63	7.60	35	16.88	157	12.07	85	2.24	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-41-43	62	170	1.69	334	0.58	126	2.14	53	10.50	29	40.42	128	12.60	71	2.83	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-43-45	64	183	4.24	244	1.86	132	1.65	57	8.21	24	10.29	124	11.99	70	10.41	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-45-47	66	201	1.88	287	2.51	145	1.18	63	5.46	39	9.25	165	3.72	73	17.25	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-47-49	68	212	5.18	324	1.34	121	2.90	42	19.86	34	20.55	131	3.79	75	16.15	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-49-51	70	209	0.57	273	0.87	133	2.06	43	5.28	30	14.34	140	5.81	78	29.87	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-51-53	72	183	3.45	256	2.90	122	2.25	45	10.80	21	20.83	130	17.21	58	18.34	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-53-55	74	183	2.85	274	2.36	125	4.27	39	14.97	24	20.65	121	8.46	57	16.32	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-55-57	76	186	4.31	257	1.24	120	1.73	45	17.79	26	15.99	124	4.87	71	19.34	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-57-59	78	190	5.47	253	1.14	122	0.20	44	6.92	23	12.27	125	6.87	80	21.25	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-59-61	80	189	3.07	258	0.95	124	0.94	45	13.21	26	4.72	129	11.93	70	13.77	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-61-63	82	193	2.81	296	2.34	118	3.47	50	10.96	27	10.32	123	12.39	68	37.83	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-63-65	84	191	3.49	295	1.94	125	4.92	48	21.17	30	28.14	120	10.49	73	24.24	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-65-67	86	214	3.51	327	1.38	122	0.78	52	7.84	23	25.32	118	14.41	80	21.27	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-67-69	88	236	2.29	400	3.07	140	4.32	61	18.25	30	28.31	135	6.93	112	13.02	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-69-71	90	206	1.66	348	3.11	129	0.26	51	2.92	32	15.42	125	10.60	99	3.54	MOL15	
MOL15	VI	vi-d1-71-73	92	221	1.28	364	2.11	129	1.83	54	7.42	32	4.07	132	5.68	108	11.86	MOL15	
MOL15	V	v-d2-13-15	94	220	1.84	358	0.40	133	3.60	53	3.97	26	28.37	127	4.39	116	8.32	MOL15	
MOL15	V	v-d2-15-16	95	231	2.94	376	1.44	136	2.00	60	4.90	25	7.59	138	7.52	110	12.62	MOL15	
MOL15	V	v-d2-18-20	99	235	3.70	393	1.49	143	4.34	58	17.86	26	33.41	148	3.31	106	27.01	MOL15	

Nucleo			Depth final	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
	Nucleo	Sample	cm												
MOL15	VI	vi-d1-31-33	52	30771	1.40	627	12.63	39	30.84	2341	7.37	31007	1.58	15507	1.29
MOL15	VI	vi-d1-33-35	54	29674	2.96	742	2.18	34	6.35	2244	4.22	32869	1.16	16136	4.98
MOL15	VI	vi-d1-35-37	56	32036	1.40	798	11.06	41	22.82	2377	4.25	33606	0.56	16792	1.43
MOL15	VI	vi-d1-37-39	58	40145	1.33	1170	5.45	38	9.68	2064	5.58	41179	0.76	16469	4.02
MOL15	VI	vi-d1-39-41	60	43569	0.67	1260	2.44	47	3.40	1938	0.45	43135	0.78	16066	1.34
MOL15	VI	vi-d1-41-43	62	33518	1.29	1174	10.19	NA	NA	1836	1.07	44701	1.57	15507	2.06
MOL15	VI	vi-d1-43-45	64	33044	1.36	729	6.36	42	18.14	2234	2.75	19622	1.65	17416	1.34
MOL15	VI	vi-d1-45-47	66	37669	1.78	782	5.36	33	7.68	2292	6.41	18763	0.71	15774	2.17
MOL15	VI	vi-d1-47-49	68	32181	3.33	693	3.22	40	9.08	2707	2.47	26801	1.30	16312	1.79
MOL15	VI	vi-d1-49-51	70	34086	0.79	752	8.74	38	1.99	2623	4.89	23800	1.09	16717	0.59
MOL15	VI	vi-d1-51-53	72	30568	1.20	645	5.00	44	0.18	2513	2.52	26197	0.59	16154	2.51
MOL15	VI	vi-d1-53-55	74	31866	1.39	754	4.38	NA	NA	2511	2.63	28768	1.15	17107	0.89
MOL15	VI	vi-d1-55-57	76	30457	2.47	759	9.53	43	13.93	2453	3.48	27079	0.28	16755	1.47
MOL15	VI	vi-d1-57-59	78	30981	0.94	778	3.74	52	NA	2559	4.13	26696	0.54	17355	1.87
MOL15	VI	vi-d1-59-61	80	31514	0.85	711	10.16	42	7.33	2359	4.43	23705	2.76	16119	2.69
MOL15	VI	vi-d1-61-63	82	31481	0.60	767	9.90	35	NA	2494	1.56	30478	1.11	16182	2.54
MOL15	VI	vi-d1-63-65	84	33462	0.48	794	5.19	48	13.85	2297	2.67	27349	1.26	15653	1.24
MOL15	VI	vi-d1-65-67	86	31346	0.88	848	8.83	53	NA	2879	3.43	29156	0.53	17660	2.91
MOL15	VI	vi-d1-67-69	88	40483	1.00	965	5.56	35	3.91	2870	6.18	26913	1.06	16994	2.73
MOL15	VI	vi-d1-69-71	90	32983	1.00	857	11.83	45	5.67	2694	4.29	28120	2.98	18124	0.96
MOL15	VI	vi-d1-71-73	92	35780	1.57	834	3.11	54	4.07	3153	2.24	19432	1.37	17437	2.74
MOL15	V	v-d2-13-15	94	36782	0.41	1066	7.79	46	11.11	3522	5.35	23133	1.43	19346	1.66
MOL15	V	v-d2-15-16	95	38144	0.74	1083	2.55	43	NA	3261	1.55	22697	1.67	18538	3.50
MOL15	V	v-d2-18-20	99	40299	0.25	1106	5.38	35	1.37	3051	4.73	23271	1.26	18244	0.95

Nucleo			Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD	Cu	SD
	Nucleo	Sample	cm	mg/kg													
MOL15	V	v-d2-20-22	101	233	1.38	392	1.92	135	3.37	52	16.47	27	3.03	125	9.42	111	23.21
MOL15	V	v-d2-22-24	103	230	0.48	385	0.87	126	1.37	55	2.90	24	4.00	124	10.12	96	16.62
MOL15	V	v-d2-24-26	105	251	2.83	441	0.18	137	1.44	58	15.72	37	19.36	139	11.03	103	3.10
MOL15	V	v-d2-26-28	107	234	0.68	403	1.26	130	3.80	53	10.21	31	10.90	141	7.69	74	21.51
MOL15	IV	IV-D2 32-34	109	230	6.29	429	0.77	132	1.81	58	11.68	33	29.90	138	9.76	106	7.30
MOL15	IV	IV-D2 34-36	111	226	3.70	392	2.18	120	5.19	58	2.84	26	24.25	122	3.39	92	20.33
MOL15	IV	IV D2 36-38	113	223	4.13	386	1.41	121	1.78	50	5.23	30	8.70	120	8.17	75	21.26
MOL15	IV	IV D2 38-40	115	217	1.31	385	1.71	120	2.86	56	9.47	25	7.45	125	8.74	98	9.89
MOL15	IV	IV D2 40-42	117	232	3.03	390	2.06	132	2.46	56	15.49	36	37.94	145	10.13	105	5.96
MOL15	IV	IV D2 42-44	119	207	2.51	325	1.08	131	2.91	54	9.18	28	15.12	131	8.09	93	6.01
MOL15	IV	IV D2 44-46	121	216	3.71	344	3.05	123	1.75	58	11.09	25	8.17	120	18.80	98	9.69
MOL15	IV	IV D2 46-48	123	210	3.49	351	2.00	123	2.56	54	10.87	30	26.52	117	10.43	109	21.53
MOL15	IV	IV D2 48-50	125	218	2.39	362	0.62	128	1.58	58	8.38	28	20.96	129	10.25	107	19.63
MOL15	IV	IV D2 50-52	127	217	6.03	359	3.14	123	3.59	50	3.44	32	10.07	122	20.55	98	5.25
MOL15	IV	IV D2 52-54	129	219	3.05	365	1.20	124	3.43	55	9.66	27	26.75	119	13.26	111	13.32
MOL15	IV	IV D2 55	130	222	3.04	371	1.05	126	2.98	54	12.15	24	31.68	110	17.42	100	21.82
MOL15	IV	IV D2 60-62	137	219	3.16	376	2.39	122	4.74	52	10.35	32	21.78	121	9.51	120	2.18
MOL15	IV	IV D2 63	138	225	3.33	406	2.71	136	1.71	60	17.04	28	16.27	120	10.67	123	3.96
MOL15	IV	IV D3 2-4	140	229	3.91	379	3.45	134	3.02	56	10.24	30	11.77	143	9.06	100	20.06
MOL15	IV	IV D3 4-6	142	217	4.40	361	0.37	120	1.02	45	10.52	32	23.81	116	2.30	96	6.13
MOL15	IV	IV D3 6-8	144	218	4.38	381	1.78	122	2.56	48	11.51	28	9.50	123	7.76	107	11.29
MOL15	IV	IV D3 8-10	146	217	5.07	380	0.94	119	2.98	58	10.38	24	23.63	107	8.30	80	36.67
MOL15	IV	IV D3 10-12	148	225	0.39	391	1.17	124	2.64	50	16.12	29	25.36	122	11.86	105	1.88
MOL15	IV	IV D3 12-14	150	233	2.90	399	0.28	126	3.67	51	26.24	27	27.45	131	11.02	99	20.94

Nucleo			Depth final	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
	Nucleo	Sample	cm												
MOL15	V	v-d2-20-22	101	35615	0.88	969	3.90	42	17.25	3043	2.83	21543	1.54	17574	2.86
MOL15	V	v-d2-22-24	103	33027	0.63	996	9.21	42	5.10	3369	1.50	23212	0.92	18730	3.03
MOL15	V	v-d2-24-26	105	39203	0.63	1117	7.13	43	1.74	3413	1.95	23065	0.73	18049	2.00
MOL15	V	v-d2-26-28	107	36064	1.04	1117	3.93	48	2.43	3471	2.14	22711	0.67	18260	0.54
MOL15	IV	IV-D2 32-34	109	37228	0.84	985	7.27	34	3.11	3235	1.06	21894	2.05	17452	0.58
MOL15	IV	IV-D2 34-36	111	33223	1.00	1001	4.73	44	13.82	3330	0.61	21759	0.88	16592	0.94
MOL15	IV	IV D2 36-38	113	33261	0.65	1018	2.29	42	NA	3224	3.43	22716	1.30	17557	1.54
MOL15	IV	IV D2 38-40	115	32360	0.24	1026	6.55	43	7.83	3233	1.04	22676	2.34	17368	0.21
MOL15	IV	IV D2 40-42	117	35658	1.21	1175	2.79	42	NA	3173	4.36	22821	1.41	17989	2.04
MOL15	IV	IV D2 42-44	119	33905	1.80	900	5.20	49	24.92	3186	1.78	21942	1.25	19008	1.04
MOL15	IV	IV D2 44-46	121	33072	1.44	967	10.77	43	10.18	3126	3.79	21638	0.38	17585	0.86
MOL15	IV	IV D2 46-48	123	32591	0.88	932	9.97	45	6.18	3247	2.86	22002	1.09	18151	2.76
MOL15	IV	IV D2 48-50	125	34950	1.42	982	4.77	49	9.49	3176	2.00	21494	1.89	18263	1.19
MOL15	IV	IV D2 50-52	127	33297	2.67	904	7.13	50	25.60	3106	3.73	21901	2.19	18047	2.87
MOL15	IV	IV D2 52-54	129	34223	1.21	943	9.94	42	18.59	3149	2.84	21989	1.98	18002	2.38
MOL15	IV	IV D2 55	130	32533	1.25	940	3.56	43	17.21	3339	3.42	23654	1.43	18549	2.16
MOL15	IV	IV D2 60-62	137	33458	0.63	996	4.66	56	NA	3316	1.15	22886	1.52	17684	2.57
MOL15	IV	IV D2 63	138	35128	1.72	958	5.98	42	NA	3318	2.24	23358	0.76	17994	2.56
MOL15	IV	IV D3 2-4	140	36046	0.91	1005	9.70	40	NA	3167	3.66	22198	0.89	18039	1.28
MOL15	IV	IV D3 4-6	142	32397	1.50	919	5.45	44	NA	3324	3.19	23604	1.04	18251	1.11
MOL15	IV	IV D3 6-8	144	33763	1.48	946	8.74	42	10.43	3325	2.99	23492	0.84	18214	2.08
MOL15	IV	IV D3 8-10	146	32316	1.19	912	7.14	43	6.06	3387	3.56	23867	0.67	17763	1.28
MOL15	IV	IV D3 10-12	148	33136	1.56	926	8.77	56	16.11	3441	5.01	24055	1.29	18454	1.70
MOL15	IV	IV D3 12-14	150	34414	1.36	944	2.12	48	34.48	3398	3.12	24452	1.10	18096	2.20

Nucleo			Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD	Cu	SD
	Nucleo	Sample	cm	mg/kg													
MOL15	IV	IV D3 14-16	152	227	2.92	388	1.57	124	2.09	54	11.92	23	19.84	100	4.87	103	24.16
MOL15	IV	IV D3 16-18	154	218	0.90	400	1.17	118	5.36	47	11.88	28	1.64	111	3.96	78	8.23
MOL15	IV	IV D3 18-20	156	221	1.27	393	2.74	117	1.97	56	18.56	25	32.48	104	5.82	96	9.12
MOL15	IV	IV D3 20-22	158	224	2.82	391	1.03	118	3.91	50	7.51	26	13.60	114	5.34	102	13.05
MOL15	IV	IV D3 22-24	160	200	2.47	327	0.90	119	3.86	46	15.09	29	15.49	111	1.88	99	6.09
MOL15	IV	IV D3 24-26	162	200	1.40	338	2.82	119	6.31	50	17.09	34	11.11	116	8.19	133	10.92
MOL15	IV	IV D3 26-28	164	214	4.27	346	0.54	126	5.70	55	23.75	28	22.83	127	10.12	136	23.66
MOL15	IV	IV D3 28-29	165	215	3.25	368	1.94	129	1.75	55	9.73	25	13.10	121	2.15	135	9.56
MOL15	IV	IV D3 31-33	169	220	0.90	354	2.51	130	0.89	50	7.52	29	11.63	124	7.25	129	6.70
MOL15	IV	IV D3 33-35	171	212	2.33	358	2.34	124	3.31	49	13.76	30	41.63	126	11.73	122	9.04
MOL15	IV	IV D3 35-37	173	217	5.08	352	2.36	125	2.84	55	14.41	27	6.85	114	19.49	128	11.97
MOL15	IV	IV D3 38-40	176	210	6.18	361	4.19	122	2.00	53	2.76	23	32.26	122	4.27	128	9.58
MOL15	IV	IV D3 40-42	178	211	1.13	361	1.92	125	4.71	54	9.54	30	11.20	120	4.37	149	5.47
MOL15	IV	IV D3 42-44	180	212	3.14	360	1.31	122	7.06	51	6.24	23	15.24	124	10.95	126	17.26
MOL15	IV	IV D3 44-46	182	217	1.09	357	2.84	128	2.83	47	9.35	24	8.33	116	8.44	125	18.07
MOL15	IV	IV D3 46-48	184	217	2.62	365	2.79	126	1.95	49	2.28	28	18.19	111	11.60	137	14.94
MOL15	IV	IV D3 48-49	185	214	1.95	394	0.81	126	2	56	8.95	28	16.56	148	5.70	143	10.03

Nucleo			Depth final	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
	Nucleo	Sample	cm												
MOL15	IV	IV D3 14-16	152	32879	0.62	949	12.04	45	30.52	3361	1.65	24595	1.62	18090	1.22
MOL15	IV	IV D3 16-18	154	32930	1.58	1021	3.45	41	NA	3324	4.29	24738	1.23	18784	1.30
MOL15	IV	IV D3 18-20	156	31889	1.11	825	0.25	50	29.51	3290	1.06	24034	1.43	17483	0.41
MOL15	IV	IV D3 20-22	158	32809	0.92	836	1.58	41	NA	3253	4.31	24313	2.26	18153	1.31
MOL15	IV	IV D3 22-24	160	31196	0.53	851	2.00	45	NA	3038	2.34	27345	1.38	18694	2.40
MOL15	IV	IV D3 24-26	162	33136	0.48	799	6.81	44	8.34	2824	2.36	29014	0.74	18051	1.76
MOL15	IV	IV D3 26-28	164	33784	0.48	789	1.93	49	15.45	3126	2.41	20651	0.81	18678	1.89
MOL15	IV	IV D3 28-29	165	34831	2.10	1032	4.48	42	NA	3133	3.03	21579	1.37	18081	0.36
MOL15	IV	IV D3 31-33	169	34783	0.42	1064	11.63	43	2.51	3166	1.30	21758	1.92	18539	2.52
MOL15	IV	IV D3 33-35	171	33736	0.66	893	10.47	49	NA	3194	1.19	22124	1.19	18554	1.58
MOL15	IV	IV D3 35-37	173	33346	1.03	927	8.62	45	4.13	2823	0.98	20365	3.24	16922	3.50
MOL15	IV	IV D3 38-40	176	32600	3.19	1016	5.36	46	NA	3189	2.03	21643	1.85	17571	1.89
MOL15	IV	IV D3 40-42	178	33905	1.03	1002	7.12	46	31.17	3074	6.84	20782	1.34	17258	1.90
MOL15	IV	IV D3 42-44	180	33459	0.60	1010	9.64	40	19.96	3271	2.48	22425	1.60	17949	3.10
MOL15	IV	IV D3 44-46	182	32806	0.46	869	6.82	46	23.72	3295	5.60	22675	2.12	18588	0.38
MOL15	IV	IV D3 46-48	184	33630	1.91	1032	7.78	41	8.31	3314	3.08	22680	0.59	18388	3.62
MOL15	IV	IV D3 48-49	185	35585	1.48	1048	7.99	51	4.14	3409	6.70	22898	0.85	18708	1.51

**Anexo 3. Concentraciones elementales
reportadas por el método XRF para la
secuencia
sedimentaria del sitio 4 de El Molinito.**

SAMPLE	nucleo	Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD
		cm	mg/kg											
MOL 15	viii	1	192	3.15	303	3.19	138	4.25	51	6.28	33	23.67	141	5.48
MOL 15	viii	2	188	0.37	226	0.87	143	4.38	54	1.83	22	25.19	124	6.54
MOL 15	viii	3	202	2.13	203	0.56	148	2.91	51	2.15	28	10.67	127	7.70
MOL 15	viii	4	196	1.02	291	4.33	130	4.53	51	9.28	23	25.55	129	1.87
MOL 15	viii	5	194	3.37	274	2.09	139	3.05	54	11.65	20	15.43	131	11.68
MOL 15	viii	6	171	3.93	277	1.72	127	3.20	38	3.37	23	16.30	107	12.46
MOL 15	viii	7	179	4.73	285	0.66	122	1.68	51	2.89	NA	NA	118	3.63
MOL 15	viii	8	179	2.47	230	1.17	129	0.48	41	10.28	18	8.17	125	8.73
MOL 15	viii	9	186	0.82	274	3.09	121	4.28	48	8.15	19	15.68	125	8.88
MOL 15	viii	10	205	3.46	278	1.11	145	2.99	58	10.20	23	14.88	142	9.68
MOL 15	viii	11	226	1.75	272	2.75	154	2.38	74	3.88	22	10.21	177	2.30
MOL 15	viii	12	226	3.08	268	2.03	149	3.50	80	11.24	30	17.58	175	7.81
MOL 15	viii	13	230	2.11	295	1.57	169	5.49	81	5.40	33	11.14	201	1.39
MOL 15	viii	14	212	2.06	275	3.17	148	3.17	62	8.22	20	18.51	162	11.59
MOL 15	viii	15	193	3.22	270	2.62	132	4.10	53	16.80	17	4.09	118	2.40
MOL 15	viii	16	195	2.81	303	3.84	126	6.60	48	9.31	21	22.36	138	6.22
MOL 15	viii	17	217	4.38	321	5.91	147	0.81	60	5.80	28	15.31	164	7.38
MOL 15	viii	18	197	4.80	277	1.68	130	5.00	47	13.16	24	0.44	129	5.51
MOL 15	viii	19	186	1.29	307	0.42	139	1.69	49	17.17	23	32.27	126	4.82
MOL 15	ix	20	195	1.38	261	2.00	130	4.66	51	10.58	20	16.21	135	7.72
MOL 15	ix	22	195	0.66	272	1.26	125	1.22	63	2.34	22	34.25	131	5.68
MOL 15	ix	24	174	4.10	283	0.63	120	1.80	48	15.16	18	17.84	117	2.98
MOL 15	ix	26	201	1.24	354	4.19	109	3.42	41	7.36	18	25.86	109	9.57

SAMPLE	nucleo	Depth final	Cu	SD	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
		cm														
MOL 15	viii	1	79	10.36	35769	1.30	899	9.97	49	NA	1916	5.32	35403	2.05	17744	2.73
MOL 15	viii	2	78	4.00	34259	0.55	771	5.43	42	NA	2128	5.03	16509	0.85	17329	2.40
MOL 15	viii	3	62	23.05	34284	0.70	830	8.06	51	31.46	2358	5.71	13569	1.43	18469	0.89
MOL 15	viii	4	67	0.85	34654	0.57	774	5.44	45	36.70	2698	0.95	26713	2.01	18065	1.22
MOL 15	viii	5	70	13.95	34451	0.38	872	6.28	62	26.53	2717	2.88	29746	1.76	17984	2.47
MOL 15	viii	6	46	1.95	33348	0.69	718	3.99	40	15.99	2589	6.51	35218	1.65	16915	1.33
MOL 15	viii	7	67	11.62	31684	1.39	808	8.08	41	16.17	2626	0.63	39995	0.23	16979	4.20
MOL 15	viii	8	69	20.25	34713	0.67	730	5.45	47	16.42	2595	3.65	27294	1.21	16141	4.00
MOL 15	viii	9	66	17.01	32708	2.08	584	6.65	37	6.83	2875	1.90	32610	1.75	17160	1.89
MOL 15	viii	10	78	7.72	36206	1.41	621	3.17	39	4.80	2754	2.04	26673	0.35	18769	1.63
MOL 15	viii	11	104	17.65	37182	1.46	691	9.54	54	26.21	3013	4.68	17860	0.37	19448	1.36
MOL 15	viii	12	113	13.44	38146	1.03	761	7.48	47	1.51	2966	3.93	17145	2.53	19382	1.37
MOL 15	viii	13	124	12.41	42392	2.35	892	9.66	46	10.56	2634	2.39	17859	2.02	18395	1.07
MOL 15	viii	14	101	13.68	36557	0.52	811	2.56	42	21.65	2855	1.47	23397	2.20	18914	1.97
MOL 15	viii	15	65	17.80	31642	1.13	763	7.67	50	19.62	2767	6.33	29710	1.23	18380	1.97
MOL 15	viii	16	64	15.18	33463	1.10	845	6.19	45	2.89	2615	1.70	33026	1.98	17402	1.94
MOL 15	viii	17	78	9.05	38722	0.69	870	8.08	42	29.79	2654	4.52	29534	2.90	18474	1.54
MOL 15	viii	18	80	18.91	33727	0.88	731	4.37	54	7.28	2550	4.37	27510	1.14	17277	1.55
MOL 15	viii	19	58	2.10	36261	0.38	823	7.66	55	23.56	2585	1.63	34735	1.04	16830	1.23
MOL 15	ix	20	85	26.59	31531	0.63	799	0.67	47	20.40	2582	4.72	19299	1.19	17663	1.77
MOL 15	ix	22	86	16.90	31073	1.56	792	6.59	34	3.29	2752	1.37	19315	1.07	17810	0.79
MOL 15	ix	24	84	13.71	30098	1.11	791	5.21	48	NA	2672	0.89	34260	0.37	17261	0.87
MOL 15	ix	26	71	22.45	26502	1.55	598	4.37	40	2.93	2914	1.07	42418	0.39	17566	1.76

SAMPLE	nucleo	Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD
		cm	mg/kg											
MOL 15	ix	27	168	3.24	286	1.54	107	1.96	42	9.61	NA	NA	100	10.49
MOL 15	ix	30	179	6.21	218	1.22	126	1.45	51	6.19	15	NA	109	10.00
MOL 15	ix	32	174	2.20	229	2.92	124	2.66	47	19.58	16	NA	105	10.29
MOL 15	viii	34	177	3.70	263	3.05	117	1.99	47	10.59	19	7.48	96	9.00
MOL 15	viii	36	189	1.10	251	2.73	130	3.39	46	11.50	21	2.10	130	3.95
MOL 15	viii	38	198	1.72	252	0.50	136	3.96	55	5.40	16	7.83	143	3.02
MOL 15	viii	40	197	1.33	256	1.70	128	2.49	50	21.78	27	17.35	131	5.06
MOL 15	viii	42	179	5.18	293	1.51	122	3.05	41	15.51	20	14.79	135	10.11
MOL 15	viii	44	216	3.39	318	1.60	125	2.23	49	9.61	23	14.36	139	6.31
MOL 15	viii	46	192	0.96	257	1.86	136	3.41	60	20.11	26	7.59	199	9.20
MOL 15	viii	48	197	2.29	256	2.22	147	5.32	124	9.04	29	2.36	284	3.18
MOL 15	viii	50	204	1.85	284	2.12	120	2.33	61	13.44	20	7.49	141	14.36
MOL 15	viii	52	194	1.49	327	0.64	125	2.77	47	8.43	24	25.21	114	5.30
MOL 15	viii	54	202	2.16	268	1.95	122	0.95	57	13.38	21	13.74	134	8.93
MOL 15	viii	56	213	3.65	296	2.66	125	6.11	60	4.17	21	11.28	139	5.47
MOL 15	viii	58	218	1.92	355	3.32	140	1.89	60	15.36	22	36.81	141	5.62
MOL 15	viii	60	210	2.05	315	3.54	128	1.71	56	3.29	22	19.17	138	9.15
MOL 15	viii	62	214	1.09	288	1.58	135	2.43	56	10.76	29	14.34	141	10.34
MOL 15	viii	64	208	1.47	272	2.18	135	1.36	53	21.74	27	0.84	135	2.43
MOL 15	viii	66	209	0.18	282	1.05	125	6.02	53	3.98	25	9.28	129	5.04
MOL 15	viii	68	170	3.22	225	1.18	122	3.27	37	17.18	21	16.50	111	7.62
MOL 15	viii	70	172	3.06	284	1.22	122	3.31	43	1.17	NA	NA	106	4.99
MOL 15	viii	72	202	2.99	320	2.75	130	5.77	51	7.40	20	17.28	127	4.58

SAMPLE	nucleo	Depth final	Cu	SD	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
		cm														
MOL 15	ix	27	52	22.18	27172	0.39	653	4.50	50	12.78	2763	4.83	37013	1.70	16880	0.53
MOL 15	ix	30	57	36.50	31298	0.59	626	9.16	39	15.08	2441	6.59	25821	0.91	17377	2.57
MOL 15	ix	32	52	13.10	31093	0.82	623	18.26	51	19.09	2524	3.65	28288	1.26	17281	0.90
MOL 15	viii	34	57	8.61	29794	0.80	720	7.39	NA	NA	2523	1.77	32352	1.35	17380	0.83
MOL 15	viii	36	63	13.09	33791	1.05	813	3.66	42	32.02	2530	4.94	25133	0.40	16787	0.86
MOL 15	viii	38	78	30.06	33550	0.20	722	3.32	40	22.87	2518	3.86	18731	1.61	16957	2.23
MOL 15	viii	40	87	23.53	31656	0.26	786	6.85	41	3.99	2789	0.98	17664	2.53	17691	1.76
MOL 15	viii	42	47	18.83	28883	1.35	790	10.41	48	NA	2671	4.88	27896	0.46	17340	0.86
MOL 15	viii	44	65	31.14	30390	1.88	772	12.59	39	8.42	2999	4.77	16071	2.18	17855	0.72
MOL 15	viii	46	76	4.85	31502	1.71	827	3.35	41	4.50	2578	3.48	17381	1.68	16696	3.02
MOL 15	viii	48	72	17.62	33349	0.68	986	6.12	44	NA	2840	5.29	15838	0.56	18867	3.48
MOL 15	viii	50	80	8.23	31596	0.35	965	8.19	47	23.44	3278	2.75	25143	0.32	16932	2.19
MOL 15	viii	52	58	12.64	31880	0.64	1082	5.81	41	2.24	3107	1.80	28973	1.82	17029	1.62
MOL 15	viii	54	78	17.55	31466	0.53	932	2.82	37	NA	2980	1.07	24669	1.22	17317	1.10
MOL 15	viii	56	105	11.92	32149	1.11	917	2.35	47	30.15	3177	6.19	18178	1.49	18290	1.55
MOL 15	viii	58	84	10.30	33394	0.97	851	1.76	53	NA	3433	3.35	21894	1.73	19043	2.49
MOL 15	viii	60	83	16.66	33502	2.58	807	2.20	48	NA	2987	1.89	21118	0.65	18555	3.89
MOL 15	viii	62	73	36.53	33084	1.02	828	8.19	38	10.32	2813	5.47	18349	0.52	17474	1.67
MOL 15	viii	64	79	22.26	33400	1.00	904	3.15	41	NA	2923	2.93	21037	2.00	17787	2.50
MOL 15	viii	66	90	6.85	31484	1.20	880	2.28	42	14.10	3062	0.03	18696	1.07	18788	1.50
MOL 15	viii	68	48	11.90	30219	1.78	850	11.53	43	23.86	2749	4.25	27422	0.13	17291	3.42
MOL 15	viii	70	53	NA	29358	1.14	786	9.37	48	15.18	2796	2.05	34785	2.04	17201	2.45
MOL 15	viii	72	82	13.64	34749	0.81	922	0.28	37	14.73	2665	3.99	29911	1.64	17150	1.66

SAMPLE	nucleo	Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD
		cm	mg/kg											
MOL 15	viii	74	186	4.66	278	2.34	121	5.11	50	14.60	20	36.04	121	16.48
MOL 15	viii	76	189	3.50	276	2.61	124	4.40	45	3.57	18	13.29	109	4.07
MOL 15	viii	78	182	1.02	266	1.12	117	1.74	51	5.23	14	NA	106	9.14
MOL 15	viii	80	199	4.81	276	1.11	133	1.93	52	4.38	22	NA	133	14.83
MOL 15	viii	82	212	2.23	288	1.82	128	1.29	51	16.04	19	18.60	131	5.82
MOL 15	viii	84	185	1.09	256	2.25	136	0.58	54	4.74	18	16.26	126	16.22
MOL 15	viii	86	176	5.39	273	0.89	118	4.44	40	8.81	18	21.50	102	7.83
MOL 15	viii	88	177	2.45	303	1.68	115	2.00	40	20.69	20	37.20	114	13.53
MOL 15	viii	90	180	2.69	289	2.13	113	0.84	40	9.18	17	17.43	105	10.50
MOL 15	ix	92	187	1.92	273	1.53	122	2.93	48	13.62	24	13.53	115	9.36
MOL 15	ix	93	209	4.17	319	3.68	120	1.66	55	10.98	22	20.01	126	11.69
MOL 15	ix	96	216	1.22	347	2.56	128	3.15	55	4.22	24	23.92	131	3.80
MOL 15	ix	98	216	6.69	359	2.01	123	5.13	51	3.57	26	6.85	118	9.79
MOL 15	ix	100	233	4.52	379	3.41	133	2.97	45	19.38	31	33.28	142	8.15
MOL 15	ix	102	228	2.82	376	2.51	131	2.85	50	4.25	29	8.24	126	7.93
MOL 15	ix	105	223	6.44	366	2.53	126	4.18	55	5.37	26	22.64	119	7.00
MOL 15	ix	107	221	0.84	371	3.54	126	2.48	59	11.14	25	26.82	127	13.03
MOL 15	ix	109	225	4.30	389	2.44	128	3.97	55	6.95	29	18.83	115	8.37
MOL 15	ix	111	220	1.29	364	2.06	126	7.04	53	4.31	26	9.75	129	2.24
MOL 15	ix	113	222	2.31	359	2.55	139	3.61	65	8.51	24	15.00	143	7.38
MOL 15	ix	115	206	2.25	312	0.85	125	2.99	58	12.88	22	28.79	135	12.71
MOL 15	ix	117	215	4.86	354	2.09	124	0.82	59	7.32	27	15.12	131	2.10
MOL 15	ix	119	227	2.45	365	0.25	125	3.34	57	9.65	27	8.65	139	8.77
MOL 15	ix	120	229	0.82	382	3.74	128	4.83	60	3.32	34	9.53	118	2.93

SAMPLE	nucleo	Depth final	Cu	SD	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
		cm														
MOL 15	viii	74	75	22.45	30489	0.43	947	10.24	48	10.62	2777	2.10	32157	0.42	18223	0.73
MOL 15	viii	76	67	8.38	30621	1.26	836	4.89	43	NA	2613	1.25	29192	3.59	17392	3.26
MOL 15	viii	78	59	37.19	29188	1.47	933	10.26	44	32.81	2504	2.95	30762	1.10	17496	3.64
MOL 15	viii	80	103	3.49	34332	1.78	799	11.68	35	4.99	2650	4.99	20454	1.43	16790	0.61
MOL 15	viii	82	92	20.94	32590	0.83	742	1.05	36	NA	2992	2.38	19359	1.28	18443	2.93
MOL 15	viii	84	74	36.79	32634	0.79	746	3.73	36	7.88	2684	2.15	17791	1.15	18050	0.65
MOL 15	viii	86	60	23.29	30860	0.95	779	11.12	41	13.73	2412	1.04	29891	4.01	16141	0.45
MOL 15	viii	88	71	7.67	29713	0.83	681	1.44	58	NA	2659	1.77	39541	1.84	16641	2.68
MOL 15	viii	90	59	31.94	28832	1.07	713	7.00	41	16.60	2613	6.43	38882	1.24	16140	3.19
MOL 15	ix	92	92	8.15	30990	0.66	727	6.85	NA	NA	2715	1.38	21140	0.58	16968	3.49
MOL 15	ix	93	95	29.26	32987	0.99	807	4.99	41	13.00	2970	2.36	22349	1.16	17015	1.67
MOL 15	ix	96	90	1.75	32432	1.76	809	1.49	41	18.53	3071	1.98	20648	1.80	17485	1.01
MOL 15	ix	98	79	4.20	31754	0.85	725	20.17	43	13.40	3228	2.21	20878	2.21	17671	3.33
MOL 15	ix	100	97	15.00	35281	1.03	764	2.46	39	9.67	3194	6.30	20455	1.08	17439	1.04
MOL 15	ix	102	90	2.55	34737	2.01	915	4.56	36	NA	3372	2.63	22106	0.81	18311	1.89
MOL 15	ix	105	111	19.40	33119	1.28	848	13.33	38	NA	3208	5.01	20879	1.33	17766	2.60
MOL 15	ix	107	102	6.04	34129	0.76	816	8.53	39	6.47	3254	3.51	21447	0.55	18614	2.35
MOL 15	ix	109	104	10.57	33707	0.10	789	9.03	41	13.84	3396	3.98	22552	1.75	18705	3.03
MOL 15	ix	111	89	3.83	33375	0.76	888	2.04	42	3.49	3411	2.70	22522	0.90	18515	3.45
MOL 15	ix	113	108	16.57	35323	0.91	899	4.59	NA	NA	3092	3.91	20894	1.89	19275	0.89
MOL 15	ix	115	91	1.17	32021	0.76	826	15.58	37	4.81	2851	4.68	18447	0.34	18432	2.28
MOL 15	ix	117	119	10.63	33960	2.61	859	2.66	35	NA	3186	0.79	21175	0.82	18813	0.67
MOL 15	ix	119	101	10.25	33532	1.21	889	1.48	NA	NA	3177	0.33	21917	1.87	18459	3.33
MOL 15	ix	120	112	7.91	36352	2.89	884	6.76	41	8.13	3189	5.60	20841	1.54	17934	1.53

SAMPLE	nucleo	Depth final	Zr	SD	Sr	SD	Rb	SD	Pb	SD	As	SD	Zn	SD
		cm	mg/kg											
MOL 15	ix	124	221	2.94	359	2.40	121	2.73	53	9.77	32	17.91	131	4.44
MOL 15	ix	126	221	3.15	373	1.80	127	0.86	52	7.97	27	13.97	131	5.15
MOL 15	ix	128	224	3.03	366	0.77	130	0.97	61	10.73	23	27.59	116	2.77
MOL 15	xi	130	216	3.45	343	3.09	127	2.22	51	13.25	25	17.36	128	6.22
MOL 15	xi	132	208	4.80	313	2.03	133	1.36	45	23.43	26	30.61	134	6.43
MOL 15	xi	134	206	0.58	348	2.71	128	6.52	46	4.44	28	0.38	124	6.63
MOL 15	xi	136	218	0.97	356	2.92	123	1.39	60	5.89	26	3.05	133	3.90
MOL 15	xi	138	217	1.24	354	0.22	123	4.70	52	9.40	29	7.22	122	10.10
MOL 15	xi	140	221	3.28	369	1.66	126	3.30	60	6.85	25	11.32	134	8.01
MOL 15	xi	142	222	2.01	380	0.49	127	0.73	55	21.17	28	33.43	137	10.01

SAMPLE	nucleo	Depth final	Cu	SD	Fe	SD	Mn	SD	Cr	SD	Ti	SD	Ca	SD	K	SD
		cm														
MOL 15	ix	124	113	11.95	33693	0.74	732	7.16	41	NA	3326	1.53	22615	1.46	19667	2.34
MOL 15	ix	126	113	10.82	34833	1.98	864	8.47	54	NA	3312	1.64	22906	2.07	19249	3.17
MOL 15	ix	128	93	27.75	33248	1.55	788	1.30	46	23.49	3356	2.73	22337	0.59	19306	2.18
MOL 15	xi	130	96	14.90	32819	0.85	838	10.11	40	12.26	2925	3.63	19956	1.71	16800	2.84
MOL 15	xi	132	107	10.95	33132	2.53	901	3.40	44	15.29	2860	4.79	18821	2.54	17724	2.83
MOL 15	xi	134	104	5.80	32335	2.09	916	5.26	44	NA	2735	4.58	28286	1.44	17308	3.38
MOL 15	xi	136	140	11.92	33021	0.57	933	5.04	42	27.99	2927	0.77	24575	0.67	17716	0.67
MOL 15	xi	138	149	8.37	32854	0.63	911	6.19	39	NA	3201	1.95	21922	2.18	18220	0.77
MOL 15	xi	140	125	18.69	32982	1.41	973	1.09	39	4.12	3283	3.11	21611	0.52	17672	2.46
MOL 15	xi	142	126	9.33	33808	1.45	813	13.60	37	10.28	3249	3.89	21633	1.66	17939	3.19