

Capítulo 4

Resultados y su evaluación

4. Resultados y su evaluación

Los resultados obtenidos durante la investigación fueron variados, debido a que el suelo dentro de la poligonal es parte suelo de relleno, a si mismo se relacionaran los resultados obtenidos y verificamos al azar algunos puntos para tener un control de calidad en el proceso de medición en el laboratorio. Las pruebas fueron realizadas en los primeros 30 días a excepción de metales pesados. Estos resultados se reflejan el graficas que representan el valor obtenido en cada punto analizado, siendo los siguientes parámetros:

4.1 Contenido de humedad

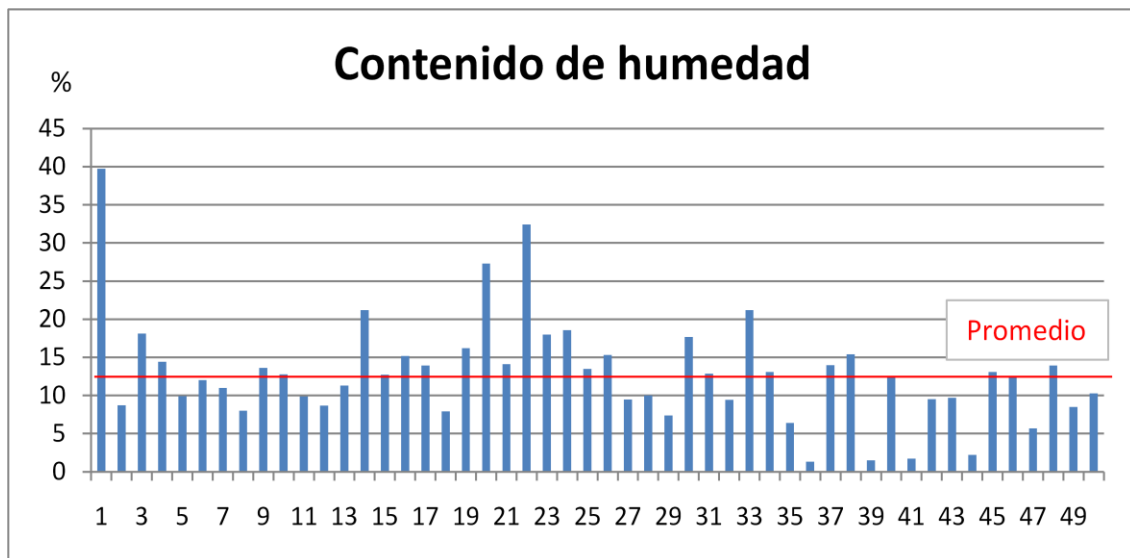


Figura 4.1. Grafica de contenido de Humedad.

Debido a la zona que es boscosa se determinó que el contenido de humedad es consistente con los datos obtenidos, se tiene una media de 12.8 % de contenido de humedad y una saturación mayor en el centro del área de la poligonal; en el área más cercana al bosque el contenido de humedad es muy bajo y entre más se alejan los puntos del contenido disminuye con excepción de la zona central. En la figura 4.1 se representa el contenido de humedad (figura 4.1).

4.2 pH y Potencial Redox

4.2.1 pH

Este valor fue obtenido y clasificado según la norma 021-SEMARNAT-2001 y se encontró una media de 6.5 unidades de pH, lo que lo vuelve un suelo con potencial moderadamente ácido, lo que indica que se tiene un foco rojo para esta zona. En la figura 4.2 se representa la grafica de pH.

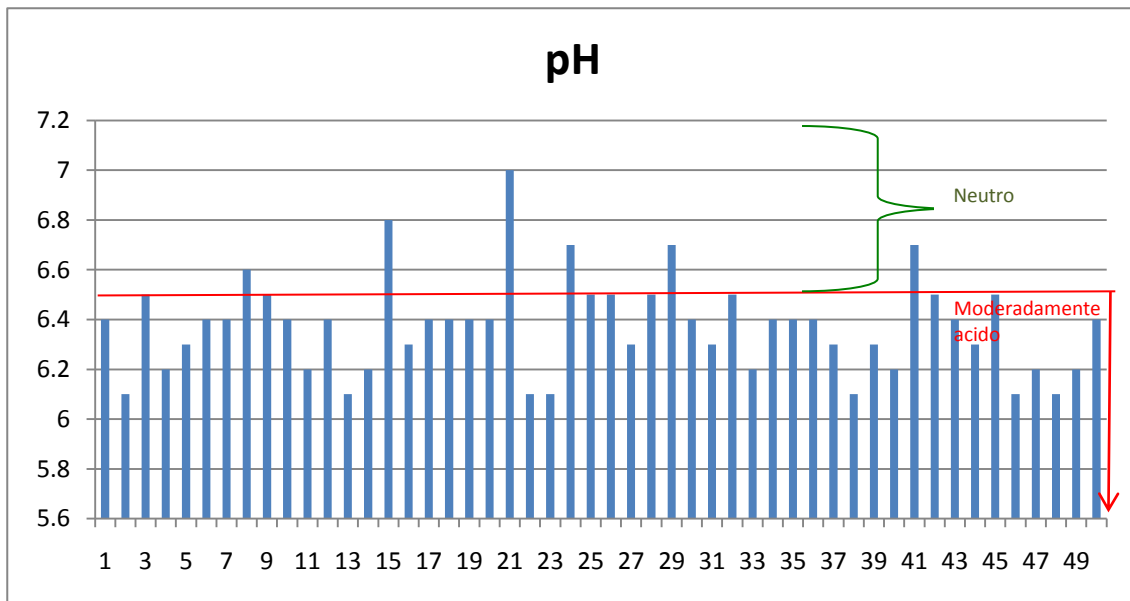


Figura 4.2. Grafica de pH y su clasificación según la norma 021-SEMARNAT-2001.

El pH tiene una función importante en los procesos biológicos de las plantas ya que en la mayoría de los casos las plantas prefieren pHs cercanos al valor neutro, aunque existen algunas que son idóneas para suelos ácidos. En este caso los árboles y algunas plantas del sitio de estudio las cuales soportan pHs entre 5 a 7, proporcionando una calidad indicada para este tipo de plantas pues sería ligeramente amortiguador hacia pHs ácidos.

Los potenciales encontrados en el sitio de estudio indican que los suelos del sitio de estudio son ligeramente ácidos, siendo éstos resultados los que se esperaban debido a la flora y fauna del lugar.

4.2.2 Potencial Redox

El potencial redox tiene la función primordial en la asimilación de metales pues interactúa entre los iones de los metales y a las moléculas, dándoles oportunidad de degradarse y consecutivamente de integrarse a la molécula por medio de la adsorción (Santillán, 2009).

En el caso de la zona de estudio se obtuvieron valores que indican que la capacidad de interacción entre el suelo y los metales es buena, pues los potenciales permiten que el suelo se favorezca de los micro-nutrientes presentes.

Los valores promedio dicen que existe un potencia redox de 0.35, el cual está ligado a un pH ácido y una materia orgánica baja. Lo anterior permite una capacidad al suelo de agregar materia orgánica para un mejoramiento de la estabilidad del suelo. Esto se presenta en la figura 4.3.

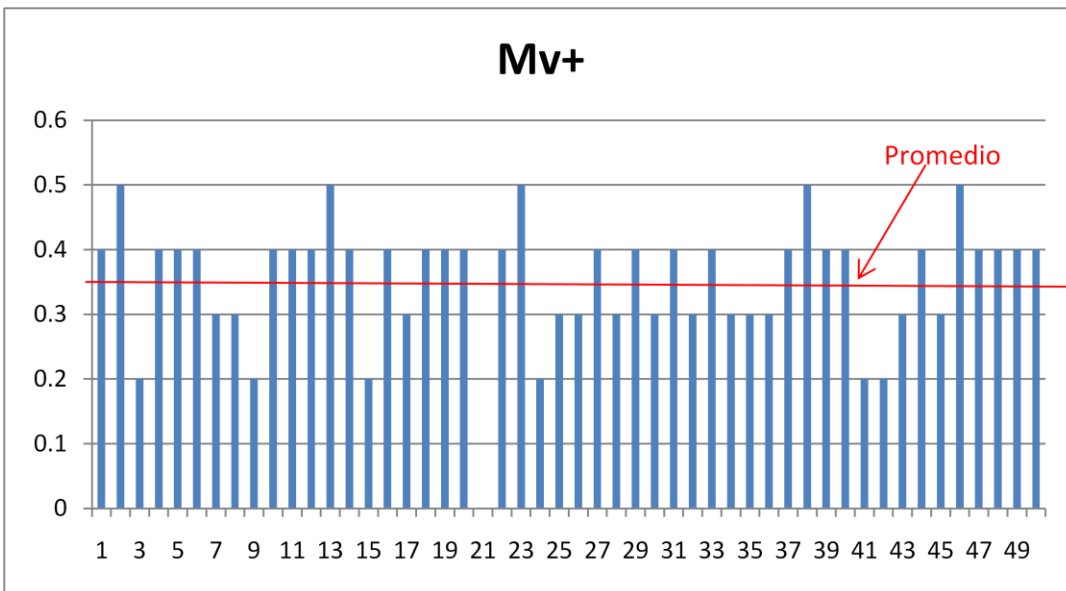


Figura 4.3. Grafica de potencial redox.

Estos últimos análisis están ligados con la materia orgánica directamente, pues los valores mayores de pH están al centro del área de estudio y el potencial redox indica que los valores de materia orgánica obtenidos al centro de la poligonal son consistentes, sin embargo la capacidad de asimilación del pH en toda la zona es muy baja, ya que es muy ácida, debido a la tala de árboles en la zona y a los deslaves que hacen que en periodos de lluvia laven el suelo y dejen un suelo ácido.

Si no se corrige este parámetro, la vida vegetal se verá limitada muy pronto. Las áreas más afectadas según la geo-referencia corresponden a zonas donde la gente tira basura y cascajo que es una parte cerca del camino hacia el bosque y arriba de las casas (figura 4.4).

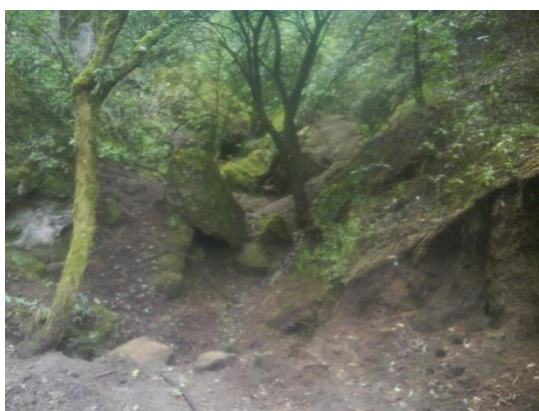


Figura 4.4 a) Deslaves en la zona cercana al bosque



Figura 4.4 b) áreas lavadas por erosión



Figura 4.4 c) Tiraderos clandestinos de basura.

Figuras 4.4. Lavado de los suelos en el área dentro de la poligonal.

4.3 Granulometría:

Dentro de la poligonal se encuentran diferentes tipos de materiales por lo que su composición es variada, esto mismo se observa en el tamaño de partícula que se obtuvieron en el laboratorio, observándose una variación de suelo en el área de estudio. En la tabla 4.1 se presentan los resultados de granulometría.

Tabla 4.1 Resultados de granulometría y contenido de humedad.

Muestra	Ww	Ws	mallas								charola	C. de humedad
			10	18	30	40	50	70	120			
1	91.7	51.96	23.9	8.7	16.1	13.5	28.4	0.7	0.2	0.2	39.74	
2	59	50.28	10.1	7	7.5	9.2	11.4	4.7	4.3	4.8	8.72	
3	67.5	49.37	42.5	16	8	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	18.13	
4	70.2	55.77	41.4	13.1	12.8	2.5	0.1	0.1	0.1	0.1	14.43	
5	75.2	65.3	27.9	11.3	13.4	12.8	7.8	1.4	0.4	0.2	9.9	
6	74.8	62.8	36	11.5	12.2	11	3.3	0.3	0.3	0.2	12	
7	75.5	64.5	33.3	11.5	13.8	12	2.2	2.4	0.2	0.1	11	
8	67	58.98	27.1	17.6	6.9	3.4	4.5	2.9	2.8	1.8	8.02	
9	61.4	47.8	25	11.5	14.5	7.9	1.8	0.4	0.2	0.1	13.6	
10	81.4	68.62	42.1	13.4	15.3	8.7	1.6	0.1	0.1	0.1	12.78	
11	46.4	36.53	19.6	5.9	7.7	7.2	4	1.1	0.7	0.2	9.87	
12	59.4	50.72	26.8	7	6.6	10.6	6	1.7	0.6	0.1	8.68	
13	54.4	43.1	17	6	11.4	13.7	4.7	1.1	0.3	0.2	11.3	
14	78	56.8	39.9	11	14.9	9.4	2.2	0.3	0.2	0.1	21.2	
15	66.8	54.07	28.6	9.1	12.6	11.5	4.1	0.5	0.3	0.1	12.73	
16	78.4	63.21	35.3	7.9	15	14.6	4.4	0.6	0.5	0.1	15.19	
17	69.1	55.17	32.6	10	14.5	9.5	1.6	0.5	0.3	0.1	13.93	
18	52.9	45	11.9	8.6	18	11.3	2.2	0.4	0.4	0.1	7.9	
19	76.8	60.59	25.9	11.4	17	16.4	3.8	1.7	0.4	0.2	16.21	
20	53.6	26.3	23.6	9	7	4	5.2	3.1	1.5	0.2	27.3	
21	53.9	39.8	19.9	14.4	2.5	2.4	1.5	1.5	0.8	10.9	14.1	
22	79.9	47.48	36.6	11.4	10.1	12.8	8.3	0.3	0.2	0.2	32.42	
23	70	52	36.2	9.9	11	8.5	3.5	0.6	0.2	0.1	18	
24	72.8	54.22	45	11.4	10.5	4.9	0.1	0.1	0.7	0.1	18.58	
25	59.9	46.43	32.7	10.4	10	4.9	1.4	0.2	0.1	0.2	13.47	
26	79.8	64.47	48.4	7.5	6	6.9	2.5	6.5	1.3	0.7	15.33	
27	65	55.52	17.4	5	11.8	14.7	9.7	4.6	1.2	0.6	9.48	
28	71	61	22.8	7.8	9.2	8.1	10.2	8.9	3.2	0.8	10	
29	66.7	59.34	13.3	13.3	10.9	4.5	12.9	9.3	2	0.5	7.36	
30	81.51	63.83	56	13.9	10.1	1.2	0.1	0.1	0.01	0.1	17.68	
31	57.4	44.56	18.9	9.9	15.5	10.4	2.2	0.3	0.1	0.1	12.84	
32	59.7	50.27	18.8	10.8	16	10	2.8	0.7	0.5	0.1	9.43	
33	76.6	55.43	30.8	9.3	10.5	12.5	6.3	1.5	5.6	0.1	21.17	
34	71.3	58.24	36.4	12	11.2	8.2	2.7	0.3	0.4	0.1	13.06	
35	60.5	54.1	35.3	10.8	4.9	5.9	2.6	0.5	0.3	0.2	6.4	
36	44.51	43.2	21.6	6.2	4.9	2.9	2.8	1.9	1.5	1.4	1.31	
37	69	55.03	34.8	12.1	13.2	6.9	1.5	0.3	0.1	0.1	13.97	
38	63.9	48.48	38	9	6.9	6.2	2.6	0.7	0.4	0.1	15.42	
39	41.71	40.2	18	5.6	4.1	2.6	3	2.1	2.9	1.9	1.51	
40	72.27	59.8	14.7	9.17	7.2	13.4	15.5	7.5	3.6	1.2	12.47	
41	61.1	59.38	2.9	3	6.9	10	12.2	12.6	10.7	2.8	1.72	
42	64.2	54.69	15.8	6	9.8	18.6	7.3	4.6	1.5	0.6	9.51	
43	62.5	52.8	16	11.5	14.5	11.8	5.7	1.7	0.8	0.5	9.7	
44	41.17	38.97	10.06	11.1	10.21	5.5	2.1	1.4	0.6	0.2	2.2	
45	70.9	57.84	30	10	11.5	11.9	5.4	1.7	0.3	0.1	13.06	
46	75.5	63.13	30.7	6.9	11.2	8.1	8.2	7.2	2.5	0.7	12.37	
47	73.6	67.91	39.9	8.7	5.1	3.5	5.1	4.1	4.3	2.9	5.69	
48	59.8	45.86	33.7	8.7	7.5	6.4	2.4	0.8	0.2	0.1	13.94	
49	73.5	65	18.1	6.6	8.7	8.3	11.7	9.6	7.5	3	8.5	
50	55	44.74	32.3	7.2	4.9	3.4	2.4	1.9	2	0.9	10.26	

En la figura 4.5 se representa la grafica de los resultados granulométricos.

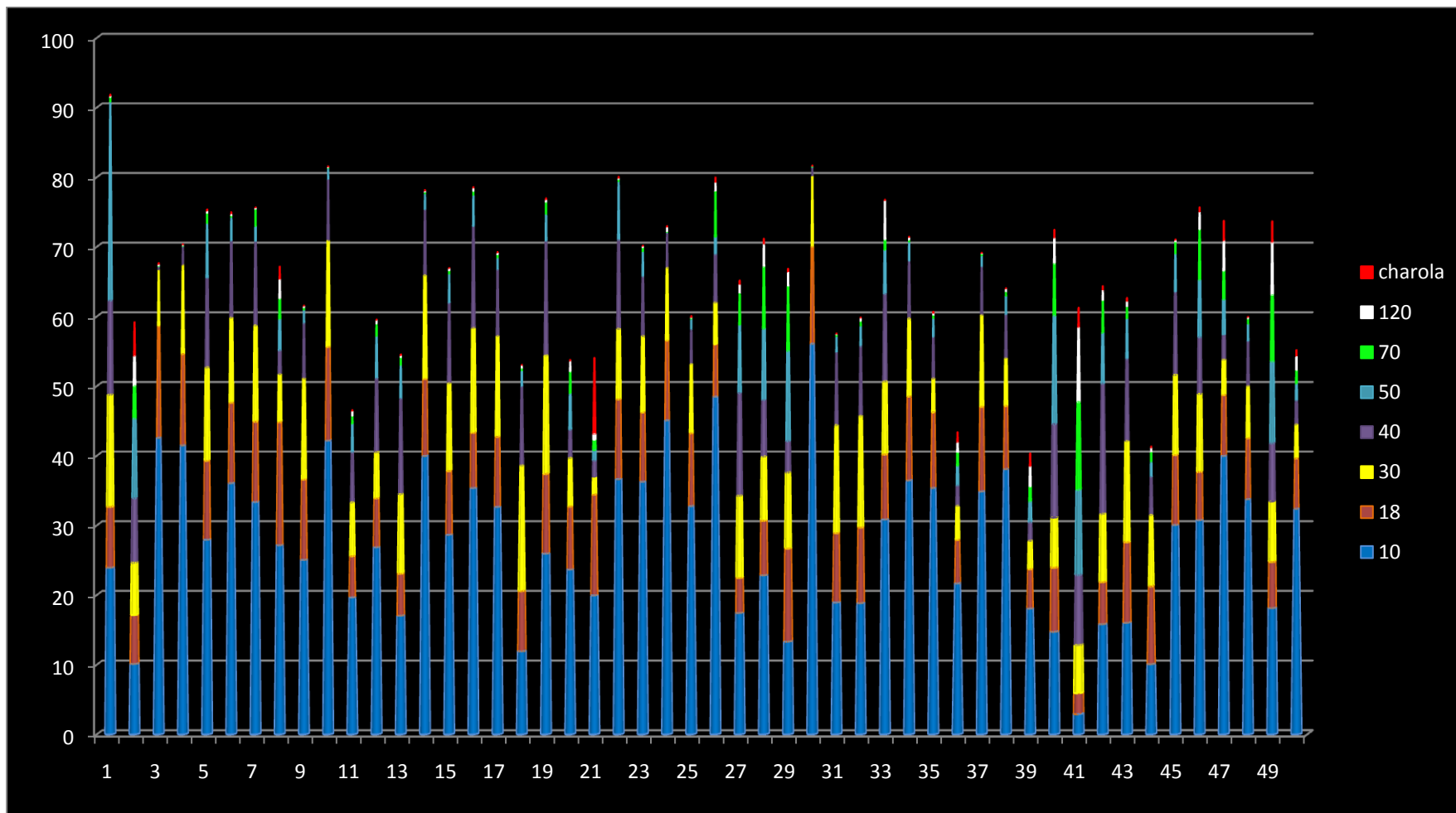


Figura 4.5. Grafica de granulometría en cada punto dentro de la poligonal.

Estos resultados son similares al compararse con la edafología presentada por algunos autores en estudios previos de la zona, debido a su gran heterogeneidad de compuestos y de edafogénesis del suelo por lo que se encuentran diferentes suelos y una característica común de los suelos bien graduados. En la tabla 4.2 se presentan los porcentajes de retención de cada malla de los tamices.

Tabla 4.2. pesos retenidos.

Tamiz	W retenido en la maya	% retenido	% retenido acumulado	% Que pasa
10	28.11	38.5	38.52	61.5
18	10.1	13.8	52.36	47.6
30	11.04	15.1	67.48	32.5
40	9.3	12.7	80.22	19.8
50	6.082	8.33	88.56	11.4
70	3.752	5.14	93.7	6.3
120	3.79	5.19	98.89	1.11
charola	0.81	1.11	100	0
W total=.	72.99			

En la figura 4.6 se representa al grafica de lo retenido contra el número de malla.

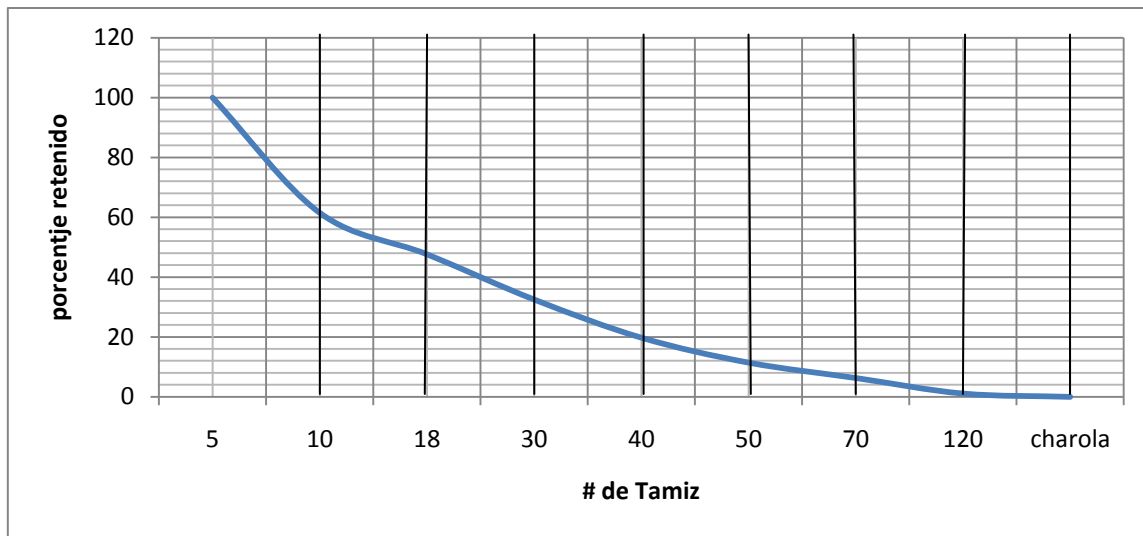


Figura 4.6. Grafica de Granulometría.

Debido a que el material que se obtuvo después de la malla 120 es muy poco y siempre pasaba la malla 200, todo el material que se encontró en la tapa se le consideró arcilla, para las arenas a partir de la 10 hasta lo que retuvo la 30 y por último para los limos de la 40 a lo retenido por la maya 120, por lo tanto el porcentaje es el siguiente

Arena	67.48%
Limos	31.41%
Arcillas	1.11%

Por lo tanto entrando al triangulo de texturas se tiene que: con la composición del suelo es de un suelo franco arenoso, en la figura 4.7 se representa el triangulo de texturas donde se deduce el criterio anterior.

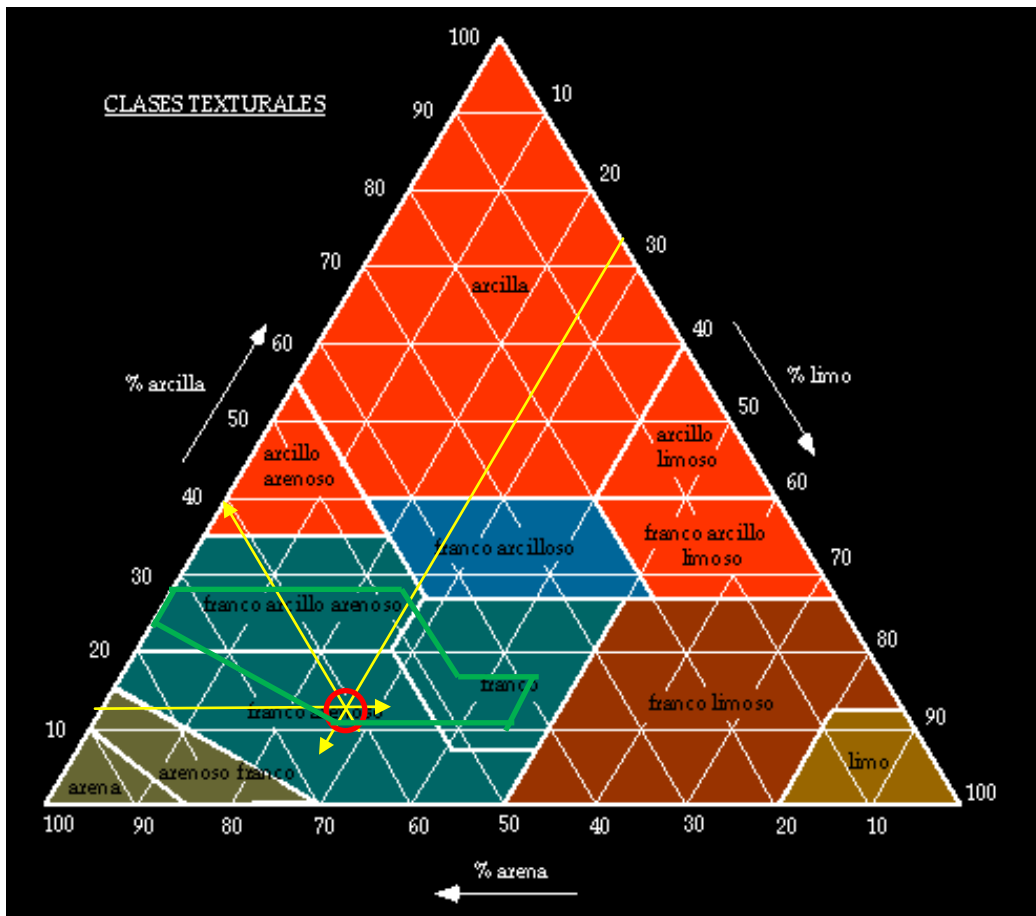


Figura 4.7. Triangulo de texturas.

Esto le da propiedades equilibradas, esto quiere decir que es inerte a efectos químicos, pose por otro lado buena aeración, permeabilidad, está bien estructurado y puede retener buena cantidad de agua y nutrientes.

Una buena granulometría, es decir un suelo bien graduado, permite que la humedad en el suelo sea mejor y que los nutrientes en el suelo ingresen fácilmente, así mismo permite a la materia orgánica descomponerse de una manera más rápida y eficiente.

4.4 Materia orgánica

La materia orgánica es la cantidad de elementos de carbono que hay presentes en el suelo, estos son elementos como hojas de los arboles, animales muertos que han regresado al medio, etc. Por ello la importancia de este elemento, sin embargo no se encontraron los valores necesarisos o esperados dentro del area de estudio. En la figura 4.8 se presenta la gráfica de Materia organia.

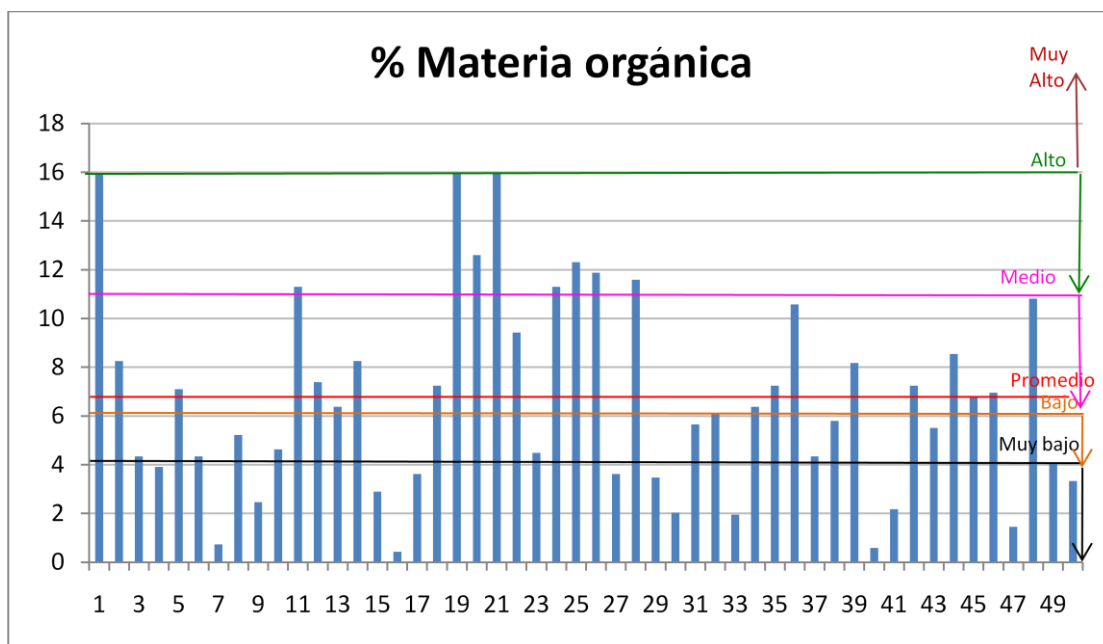


Figura 4.8 Grafica de materia orgánica dividida según la norma 021-SEMARNAT-2001.

En la tabla 4.3 se presentan los parámetros previos para la determinación de la materia orgánica.

Tabla 4.3. Valores parámetros para el análisis para M.O.

Promedio de blancos	11	mL
Peso de la muestras	0.5	g
N del sulfato	0.68	
M F C	1.298	
Promedio=	6.65397	M.O. Baja

El MFC es el valor parámetro ocupado para el D.F., el factor de corrección de humedad para los suelos de México es de 1.298 (1/0.77) (NOM 021-SEMARNAT-2001).

Para el cálculo de la materia orgánica se multiplica el factor de corrección por el % de carbono orgánico, es decir:

$$\% \text{ Materia orgánica} = \% \text{ C orgánico} \times 1.724.$$

Por otro lado el promedio indica que aunque en algunas zonas hay presencia de materia orgánica, en otras no lo hay tanto como se esperaba.

Cabe mencionar que la materia orgánica es importante ya que de este depende el contenido de carbono necesario para la vida, pues este es el elemento principal en todas las cadenas orgánicas, así mismo está relacionado con los metales encontrados en el suelo, pues éste inicia el principio de la degradación del suelo.

La presencia de poca materia orgánica no concuerda con el tipo de zona en las que se tomaron las muestras, pues incluso en algunas partes el nivel fue de 0, y en la zona de la concentración más alta es consistente con la de mayor contenido de humedad y el potencial redox, así como la de el pH con tendencia al valor neutro. Estos valores corresponden a una zona un poco inaccesible en el centro del área de estudio y con límite cercano a la zona forestal. En esta zona se encuentran madrigueras de animales posiblemente debido a que los habitantes no han impactado directamente en esta zona (figura 4.9).



Figura 4.9. Zona de mayor contenido de materia orgánica.

4.5 Sales y Metales

Estos elementos son lo que se conocen como Micro-nutrientes, los cuales están presentes en el suelo (NOM 021-SEMARNAT-2001).

4.5.1 Sales

4.5.1.1 Sodio

En la figura 4.1 se presenta la Curva de calibración del equipo CORNING M400 del laboratorio para certificar el correcto funcionamiento del equipo.

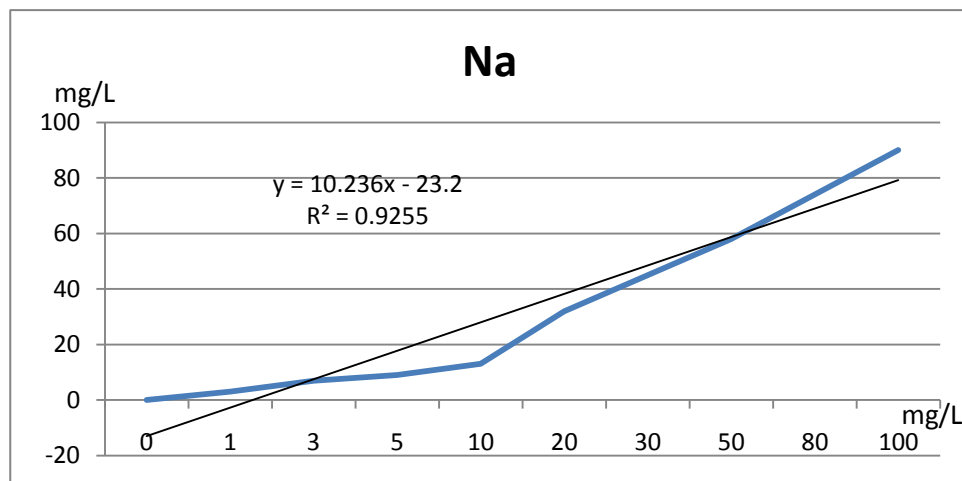


Figura 4.10. Grafica de la curva de calibración de Sodio.

En la figura 4.11 se presenta la grafica de los resultados obtenidos en el laboratorio.

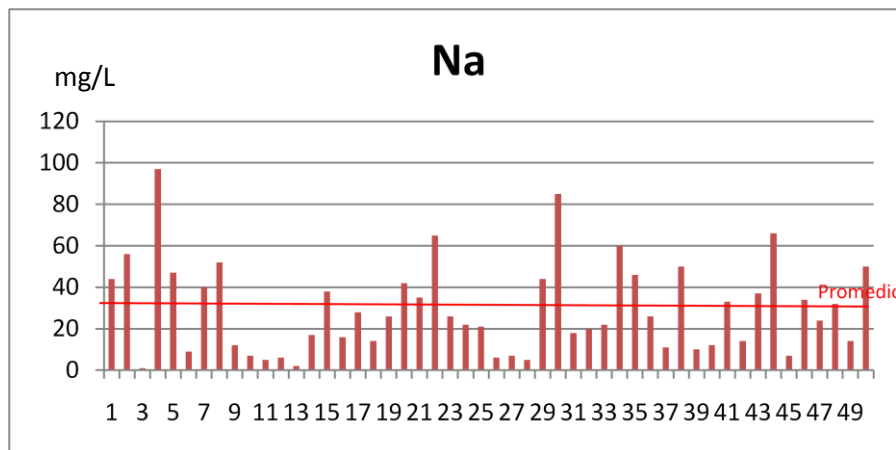


Figura 4.11. Grafica del sodio con su promedio dentro de la poligonal.

4.5.1.2 Potasio

En la figura 4.12 se presenta la Curva de calibración del equipo CORNING M400 del laboratorio para certificar el correcto funcionamiento del equipo.

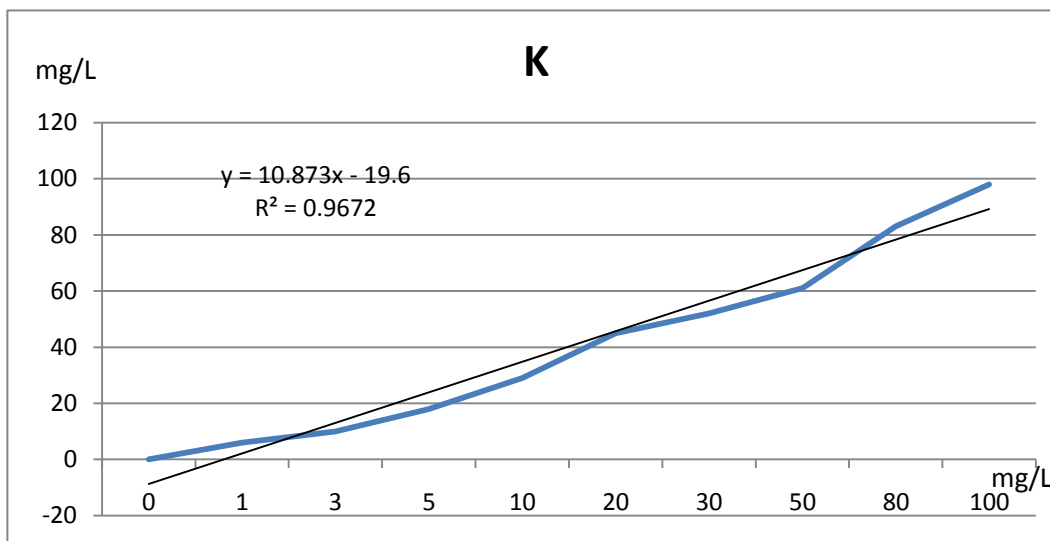


Figura 4.12. Grafica de la curva de calibración.

En la figura 4.12 se presenta la grafica de los resultados de potasio.

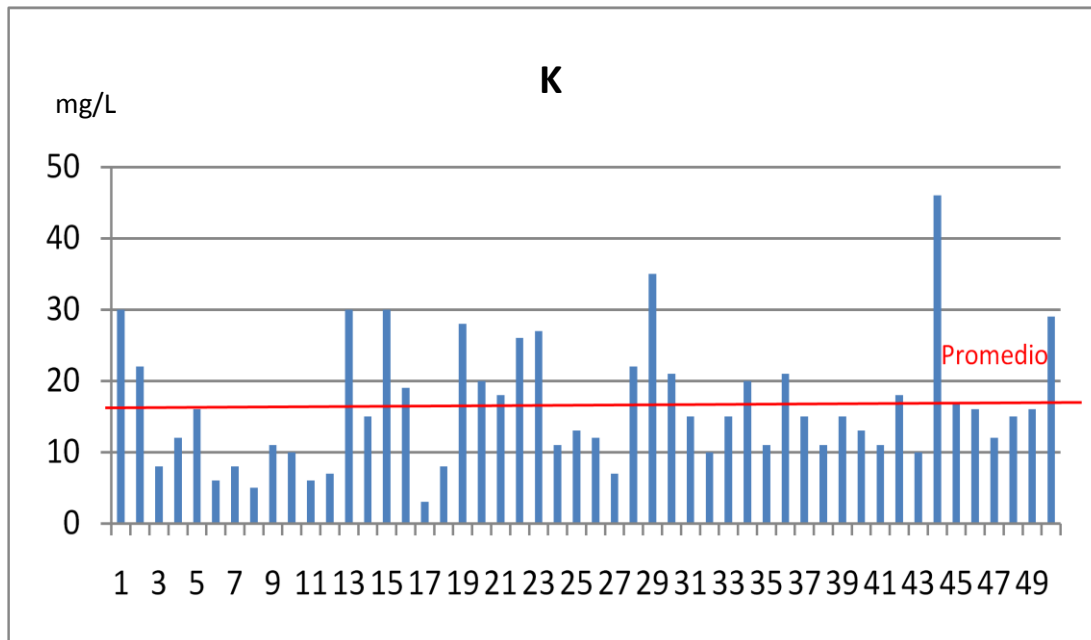


Figura 4.12. Grafica del sodio con su promedio dentro de la poligonal.

Estos parámetros fueron medidos con el flamómetro, sin embargo no se midió el litio por que en la zona no hay razón para esperar que este se encuentre, además el parámetro es muy inestable y para el tipo y la cantidad de muestras no era posible mantenerlo para realizar las lecturas.

La desviación presente en las figuras 4.10 y 4.12 es debida a que el equipo que se utilizó no había recibido el mantenimiento adecuado, sin embargo debido a ello se realizaron por duplicado las mediciones de sodio, para así poder determinar los valores correctos.

Para estimar un control de calidad en los valores obtenidos, se realizaron lecturas de blancos con concentraciones cuidadosamente elaboradas.

Estas mismas fueron valoradas en el equipo de flamometría en la Facultad de Química, UNAM, con el fin de validar la técnica analítica y que las lecturas fueran más confiables.

Los resultados obtenidos por los 3 blancos y las muestras enviados a analizar, fueron similares en las lecturas que se obtuvieron en el laboratorio para las muestras. Por lo tanto se considera que la técnica analítica es confiable.

4.5.2 Metales

En esta zona es posible encontrar presencia de varios metales en el suelo como nutrientes, por ello es claro la necesidad de evaluar estos parámetros, adicionalmente se deben de correlacionar entre sí para saber las características particulares del suelo, y definir la capacidad que tendrá para soportar la vida. Esto añadirá un valor necesario para emitir la determinación de si es o no un buen suelo, para una zona de amortiguamiento y emitir las debidas recomendaciones.

Los metales fueron relacionados inicialmente con Al y posteriormente se obtuvo el factor de enriquecimiento para saber si son nutrientes son geogénicos o antropogénicos, este último, producto posiblemente de la interacción del hombre con el medio ambiente.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.3 en la que se observan los análisis de cada uno de los metales analizados, por el espectrofotómetro de emisión atómica, para conocer la concentración total de metales.

Tabla 4.3 Concentraciones de metales totales (mg/kg).

Muestra	Al	Mn	Fe (%)	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
1	75636	658.46	589.65	59.59	61.05	120.2	0.146	14.123
2	52963	2453.1	602.23	58.05	42.33	256.58	0.188	52.13
3	70523	1023.6	523.2	53.98	95.62	228.34	0.264	29.22
4	52604	1002.3	589.69	46.01	63.12	340.34	0.397	60.35
5	45632	956.9	500.24	68.8	74.99	222.7	0.243	27.46
6	48649	986.36	499.95	62.99	64.05	217.78	0.255	28.59
7	67236	789.97	500.36	52.02	58.25	179.26	0.009	19.56
8	69705	999.57	452.32	44.85	94.75	248.06	0.129	24.58
9	75641	1007.4	496.59	53.28	41.52	259.75	0.189	36.84
10	33297	997.57	569.68	30.5	91.21	318.2	0.549	59.84
11	51368	1542.1	452.36	57.86	62.05	185.64	0.21	27.64
12	61897	785.42	400.26	56.77	98.22	164.95	0.188	22.35
13	56982	823.15	499.69	59.96	61.6	166.33	0.095	29.63
14	38462	978.9	485.85	40.79	75.99	156.18	0.08	21.87
15	48962	896.88	487.14	41.23	75.19	149.26	0.146	21.12
16	21965	1023.3	554.89	52.17	38.01	116.75	0.166	13.54
17	60987	1450.5	569.97	48.03	40.77	116.72	0.031	16.38
18	75903	1002.2	598.99	53.48	40.72	143.6	0.09	23.59
19	69864	1078.6	521	59.99	55.98	148.45	0.127	14.69
20	77496	999.26	452.37	83.28	64.02	147.35	0.172	21.37
21	56781	978.57	558.89	55.19	71.61	185.18	0.098	27.96
22	51763	978.99	598.99	42.2	59.84	147.13	0.038	17.51
23	64900	1007.9	506.36	39.71	59.79	117.05	0.121	16.48
24	59786	997.41	487.77	73.75	68.66	166.94	0.145	17.529
25	53962	854.01	499.87	54.31	68.25	198.16	0.099	23.75
26	49764	888.73	589.74	51.34	37.58	126.47	0.162	18.65
27	35433	784.37	554	47.28	58.93	199.46	0.02	16.52
28	55984	708.4	456.98	44.46	45.79	147.18	0.038	18.51
29	48994	837.39	400.36	35.62	127.08	228.51	0.122	66.39
30	59008	966.93	525.22	54.77	60.12	179.34	0.11	23.18
31	66390	748.28	478.88	45.98	45.5	120.02	0.075	17.08
32	58742	784.4	400.01	47.05	51.85	189.44	0.16	28.1
33	55649	924.23	452.12	51.2	92	166.85	0.114	24.4
34	60065	872.51	399.98	48.35	60.98	190.57	0.127	24.23
35	55632	895.68	405.25	39.75	141.89	381.38	0.145	26.54
36	58740	1070.9	487.88	64.57	67.08	191.06	0.169	27.01
37	48966	1315.1	457.77	51.18	55.96	187.65	0.147	22.11
38	43957	978.21	487.89	45.1	47.08	186.47	0.103	16.08
39	54099	1258.2	456.65	39.48	85.99	258.69	0.438	43.15
40	48658	1369.6	423.33	44.17	37.08	178.63	0.138	24.18
41	39856	1580.3	500.36	58.69	55.19	155.47	0.106	23.75
42	47632	1095.7	400.03	51.02	36.18	160.01	0.223	27.19
43	55248	1300.1	399.25	52.17	54	136.98	0.118	25.62
44	35214	979	423.65	58.99	66.9	180.04	0.153	41.62
45	70146	910.01	420.01	55.01	62.18	187.88	0.108	34.57
46	52369	875.26	410.89	46.03	57.22	159.99	0.079	43.05
47	59445	987.6	598.66	54.17	62.96	165.25	0.191	21.09
48	65781	912.04	523.24	50.61	60.58	184.75	0.268	28.81
49	57825	1586	458.95	49.001	38.69	188.93	0.163	60.6
50	33476	923.01	523.69	39.01	41.09	236.99	0.191	23.06

Los resultados obtenidos en el laboratorio por medio del espectrofotómetro nos refleja que los siguientes valores estadísticos (tabla 4.4).

Tabla 4.4. Valores estadísticos de metales totales.

	Al	Mn	Fe (%)	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Media	55200.74	1036.49	492.66	51.48	63.55	187.78	0.16	27.87
Valor Max.	77496.358	2453.145	602.23	83.28	141.89	381.38	0.549	66.39
Valor Min.	21964.947	658.458	399.25	30.5	36.18	116.72	0.009	13.54
S	12149.5414	294.933152	63.205	9.6094	21.84	55.553	0.0992	12.829

La correlación de los metales a través del aluminio, tomado como valor promedio como metal indicador es el siguiente:

$$\frac{\text{Concentración Promedio del Al}}{\text{Concentración del micronutriente de cada muestra}} = \text{correlacion } Xi$$

Concentración promedio de Al (55200 mg/kg)

A continuación se presenta la concentración de aluminio y su promedio en cada punto muestreado, cabe mencionar que aunque los valores son cercanos a la media, algunos varían de ella, por lo que la contaminación en la zona es un indicativo de la afectación del hombre al medio. (Figura 4.14).

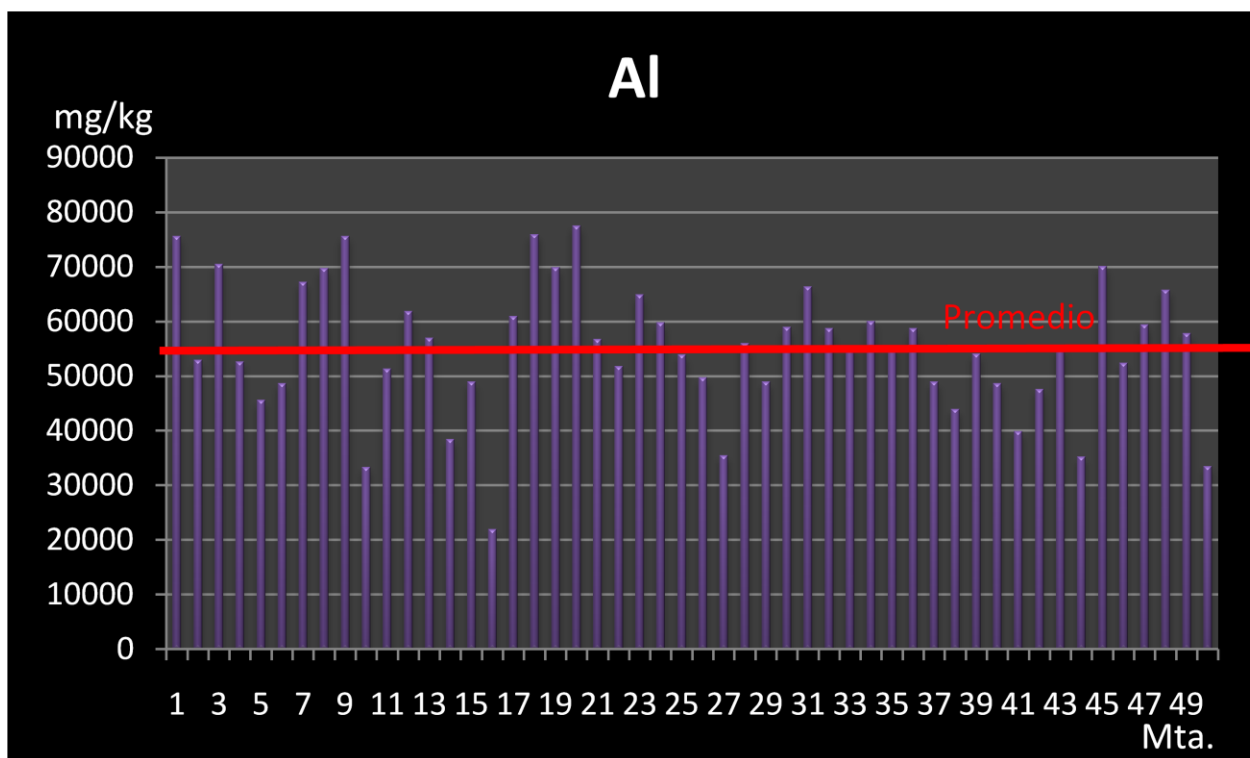


Figura 4.14. Concentraciones puntuales de Al dentro de la poligonal.

En la tabla 4.4 Se presentan los valores de correlación de cada metal con Al

Tabla 4.4. Correlación de metales.

Muestra	Mn/Al	Fe (%)/Al	Ni/Al	Cu/Al	Zn/Al	Cd/Al	Pb/Al
1	0.01192843	0.0106819	0.0010795	0.0011060	0.0021775	0.0000026	0.0002558
2	0.04444044	0.0109098	0.0010516	0.0007668	0.0046481	0.0000034	0.0009444
3	0.01854267	0.0094781	0.0009779	0.0017322	0.0041365	0.0000048	0.0005293
4	0.0181574	0.0106826	0.0008335	0.0011435	0.0061655	0.0000072	0.0010933
5	0.01733489	0.0090622	0.0012464	0.0013585	0.0040344	0.0000044	0.0004975
6	0.01786857	0.0090569	0.0011411	0.0011603	0.0039452	0.0000046	0.0005179
7	0.01431084	0.0090644	0.0009424	0.0010552	0.0032474	0.0000002	0.0003543
8	0.01810787	0.0081941	0.0008125	0.0017165	0.0044938	0.0000023	0.0004453
9	0.01824912	0.0089960	0.0009652	0.0007522	0.0047056	0.0000034	0.0006674
10	0.01807164	0.0103202	0.0005525	0.0016523	0.0057644	0.0000099	0.0010840
11	0.02793667	0.0081948	0.0010482	0.0011241	0.0033630	0.0000038	0.0005007
12	0.01422845	0.0072510	0.0010284	0.0017793	0.0029882	0.0000034	0.0004049
13	0.01491185	0.0090522	0.0010862	0.0011159	0.0030132	0.0000017	0.0005368
14	0.01773348	0.0088015	0.0007389	0.0013766	0.0028293	0.0000014	0.0003962
15	0.01624752	0.0088249	0.0007469	0.0013621	0.0027039	0.0000026	0.0003826
16	0.018537	0.0100522	0.0009451	0.0006886	0.0021150	0.0000030	0.0002453
17	0.02627729	0.0103254	0.0008701	0.0007386	0.0021145	0.0000006	0.0002967
18	0.01815557	0.0108511	0.0009688	0.0007377	0.0026014	0.0000016	0.0004273
19	0.01953941	0.0094384	0.0010868	0.0010141	0.0026893	0.0000023	0.0002661
20	0.01810228	0.0081950	0.0015087	0.0011598	0.0026693	0.0000031	0.0003871
21	0.01772746	0.0101247	0.0009998	0.0012973	0.0033547	0.0000018	0.0005065
22	0.01773511	0.0108511	0.0007645	0.0010840	0.0026654	0.0000007	0.0003172
23	0.01825872	0.0091731	0.0007194	0.0010831	0.0021204	0.0000022	0.0002985
24	0.01806882	0.0088363	0.0013360	0.0012438	0.0030242	0.0000026	0.0003176
25	0.01547101	0.0090555	0.0009839	0.0012364	0.0035898	0.0000018	0.0004302
26	0.01609995	0.0106836	0.0009301	0.0006808	0.0022911	0.0000029	0.0003379
27	0.01420939	0.0100361	0.0008565	0.0010676	0.0036134	0.0000004	0.0002993
28	0.01283309	0.0082785	0.0008054	0.0008295	0.0026663	0.0000007	0.0003353
29	0.01516989	0.0072528	0.0006453	0.0023021	0.0041396	0.0000022	0.0012027
30	0.01751665	0.0095147	0.0009922	0.0010891	0.0032489	0.0000020	0.0004199
31	0.01355562	0.0086752	0.0008330	0.0008243	0.0021742	0.0000014	0.0003094
32	0.0142099	0.0072465	0.0008523	0.0009393	0.0034318	0.0000029	0.0005091
33	0.01674311	0.0081905	0.0009275	0.0016666	0.0030226	0.0000021	0.0004420
34	0.01580615	0.0072459	0.0008759	0.0011047	0.0034523	0.0000023	0.0004389
35	0.01622591	0.0073414	0.0007201	0.0025704	0.0069090	0.0000026	0.0004808
36	0.01940077	0.0088383	0.0011697	0.0012152	0.0034612	0.0000031	0.0004893
37	0.02382445	0.0082928	0.0009272	0.0010138	0.0033994	0.0000027	0.0004005
38	0.01772103	0.0088385	0.0008170	0.0008529	0.0033780	0.0000019	0.0002913
39	0.02279372	0.0082725	0.0007152	0.0015578	0.0046864	0.0000079	0.0007817
40	0.02481057	0.0076689	0.0008002	0.0006717	0.0032360	0.0000025	0.0004380
41	0.02862757	0.0090644	0.0010632	0.0009998	0.0028164	0.0000019	0.0004302
42	0.01984921	0.0072468	0.0009243	0.0006554	0.0028987	0.0000040	0.0004926
43	0.02355267	0.0072327	0.0009451	0.0009782	0.0024815	0.0000021	0.0004641
44	0.01773518	0.0076747	0.0010686	0.0012119	0.0032616	0.0000028	0.0007540
45	0.01648545	0.0076088	0.0009965	0.0011264	0.0034036	0.0000020	0.0006263
46	0.01585587	0.0074436	0.0008339	0.0010366	0.0028983	0.0000014	0.0007799
47	0.01789103	0.0108451	0.0009813	0.0011406	0.0029936	0.0000035	0.0003821
48	0.01652217	0.0094789	0.0009168	0.0010974	0.0033469	0.0000049	0.0005219
49	0.02873192	0.0083142	0.0008877	0.0007009	0.0034226	0.0000030	0.0010978
50	0.01672104	0.0094870	0.0007067	0.0007444	0.0042932	0.0000035	0.0004177

En la tabla 4.5 se presenta el Factor de enriquecimiento FE en el suelo de santa rosa Xochiac a partir de la relación con cada elemento.

Tabla 4.5. Factor de enriquecimiento FE.

Muestra	(Mn/Al)/0.0804	(Fe/Al)/0.0804	(Ni/Al)/0.0804	(Cu/Al)/0.0804	(Zn/Al)/0.0804	(Cd/Al)/0.0804	(Pb/Al)/0.0804
1	0.1483635	0.1328597	0.0134268	0.0137558	0.0270834	0.0000329	0.0031822
2	0.5527418	0.1356942	0.0130798	0.0095378	0.0578125	0.0000424	0.0117459
3	0.2306302	0.1178872	0.0121628	0.0215451	0.0514495	0.0000595	0.0065838
4	0.2258383	0.1328687	0.0103670	0.0142222	0.0766853	0.0000895	0.0135980
5	0.2156081	0.1127139	0.0155020	0.0168967	0.0501787	0.0000548	0.0061873
6	0.222458	0.1126486	0.0141929	0.0144317	0.0490701	0.0000575	0.0064419
7	0.1779955	0.1127409	0.0117211	0.0131249	0.0403908	0.0000020	0.0044073
8	0.2252223	0.1019166	0.0101056	0.0213490	0.0558928	0.0000291	0.0055384
9	0.2269791	0.1118910	0.0120050	0.0093553	0.0585268	0.0000426	0.0083008
10	0.2247717	0.1283601	0.0068722	0.0205514	0.0716967	0.0001237	0.0134831
11	0.3474711	0.1019256	0.0130370	0.0139811	0.0418283	0.0000473	0.0062278
12	0.1769708	0.0901864	0.0127914	0.0221309	0.0371665	0.0000424	0.0050359
13	0.1854707	0.1125900	0.0135102	0.0138797	0.0374774	0.0000214	0.0066762
14	0.2205656	0.1094715	0.0091908	0.0171220	0.0351904	0.0000180	0.0049277
15	0.2020836	0.1097622	0.0092899	0.0169418	0.0336312	0.0000329	0.0047588
16	0.2305597	0.1250276	0.0117549	0.0085644	0.0263061	0.0000374	0.0030508
17	0.3268320	0.1284254	0.0108221	0.0091863	0.0262993	0.0000070	0.0036907
18	0.2258156	0.1349642	0.0120501	0.0091750	0.0323559	0.0000203	0.0053153
19	0.2430275	0.1173924	0.0135169	0.0126134	0.0334487	0.0000286	0.0033099
20	0.2251527	0.1019276	0.0187646	0.0144250	0.0332008	0.0000388	0.0048151
21	0.2204908	0.1259289	0.0124354	0.0161351	0.0417247	0.0000221	0.0062999
22	0.2205859	0.1349642	0.0095085	0.0134831	0.0331513	0.0000086	0.0039453
23	0.2270985	0.1140929	0.0089474	0.0134719	0.0263737	0.0000273	0.0037133
24	0.2247365	0.1099042	0.0166173	0.0154704	0.0376149	0.0000327	0.0039496
25	0.1924255	0.1126305	0.0122371	0.0153781	0.0446493	0.0000223	0.0053513
26	0.2002481	0.1328800	0.0115679	0.0084675	0.0284962	0.0000365	0.0042022
27	0.1767337	0.1248275	0.0106531	0.0132781	0.0449423	0.0000045	0.0037223
28	0.1596155	0.1029666	0.0100177	0.0103174	0.0331625	0.0000086	0.0041707
29	0.1886802	0.0902090	0.0080259	0.0286336	0.0514878	0.0000275	0.0149590
30	0.2178688	0.1183424	0.0123408	0.0135462	0.0404088	0.0000248	0.0052229
31	0.1686022	0.1079011	0.0103602	0.0102520	0.0270429	0.0000169	0.0038485
32	0.1767401	0.0901301	0.0106013	0.0116828	0.0426846	0.0000361	0.0063315
33	0.2082476	0.1018715	0.0115364	0.0207294	0.0375946	0.0000257	0.0054978
34	0.1965939	0.0901234	0.0108942	0.0137400	0.0429392	0.0000286	0.0054595
35	0.2018147	0.0913108	0.0089565	0.0319706	0.0859324	0.0000327	0.0059800
36	0.2413031	0.1099289	0.0145489	0.0151144	0.0430496	0.0000381	0.0060859
37	0.2963239	0.1031446	0.0115319	0.0126089	0.0422812	0.0000331	0.0049818
38	0.2204108	0.1099312	0.0101619	0.0106080	0.0420154	0.0000232	0.0036231
39	0.2835039	0.1028922	0.0088956	0.0193752	0.0582879	0.0000987	0.0097225
40	0.3085892	0.0953846	0.0099524	0.0083549	0.0402488	0.0000311	0.0054482
41	0.3560643	0.1127409	0.0132240	0.0124354	0.0350304	0.0000239	0.0053513
42	0.2468807	0.0901346	0.0114958	0.0081521	0.0360534	0.0000502	0.0061264
43	0.2929437	0.0899589	0.0117549	0.0121673	0.0308643	0.0000266	0.0057727
44	0.2205868	0.0954567	0.0132916	0.0150739	0.0405672	0.0000345	0.0093778
45	0.2050429	0.0946365	0.0123948	0.0140104	0.0423331	0.0000243	0.0077893
46	0.1972124	0.0925816	0.0103715	0.0128928	0.0360489	0.0000178	0.0097000
47	0.2225252	0.1348899	0.0122056	0.0141861	0.0372341	0.0000430	0.0047520
48	0.2054996	0.1178963	0.0114034	0.0136499	0.0416278	0.0000604	0.0064915
49	0.3573621	0.1034105	0.0110409	0.0087176	0.0425696	0.0000367	0.0136544
50	0.2079732	0.1179976	0.0087897	0.0092584	0.0533985	0.0000430	0.0051959

En la figura 4.15 se representa: Concentración de Mn, Correlación "Mn / Al" y Factor de enriquecimiento de "(Mn / Al) / (0.0804)".

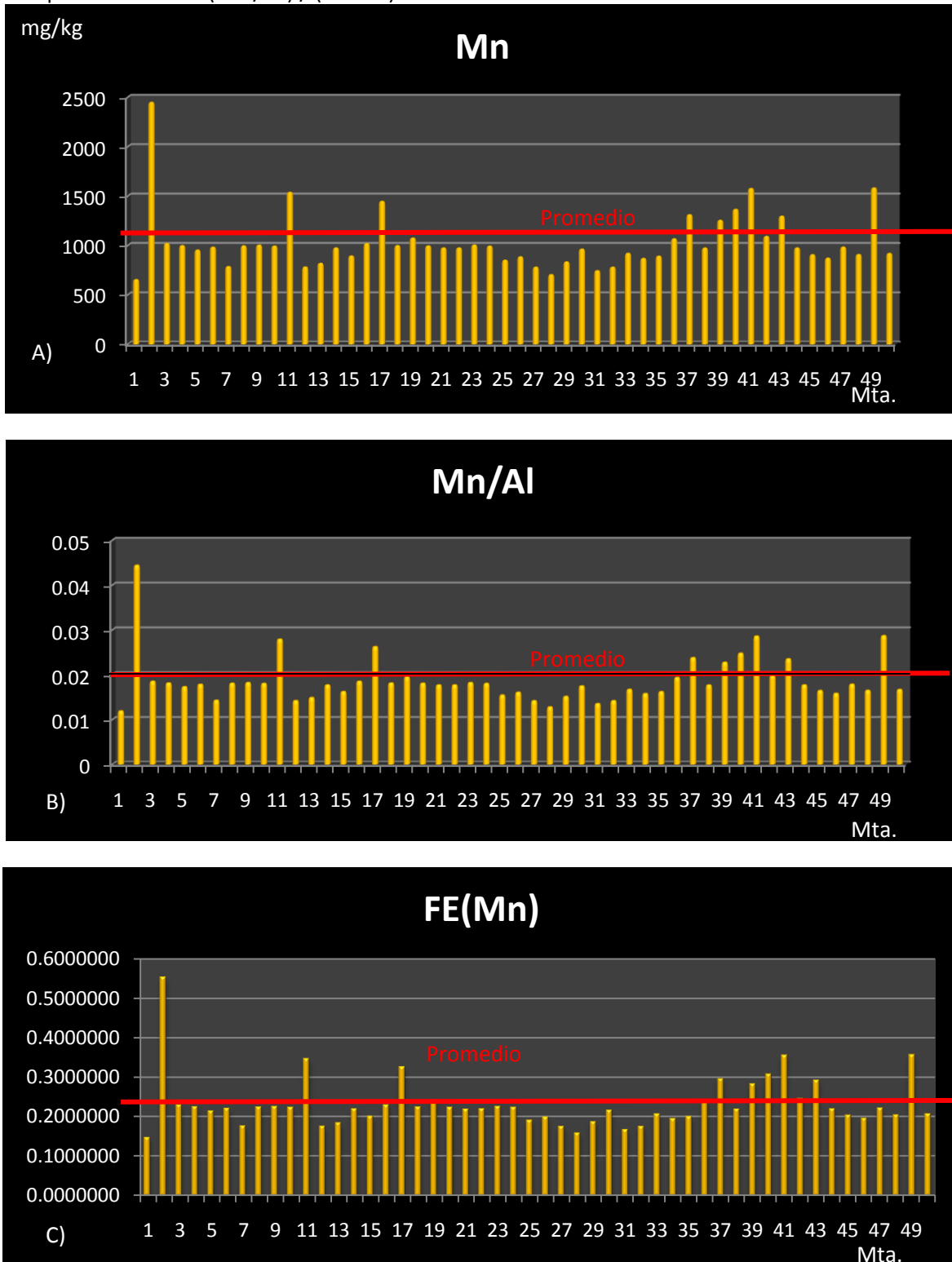


Figura 4.15. a) Gráfica de Concentración total de Mn; b) correlación "Mn / Al"; c) Factor de enriquecimiento FE del Mn.

En las figura 4.16 se presenta: Concentración de Fe (%), Correlación “Fe / Al” y Factor de enriquecimiento de “(Fe / Al) / (0.0804)”.

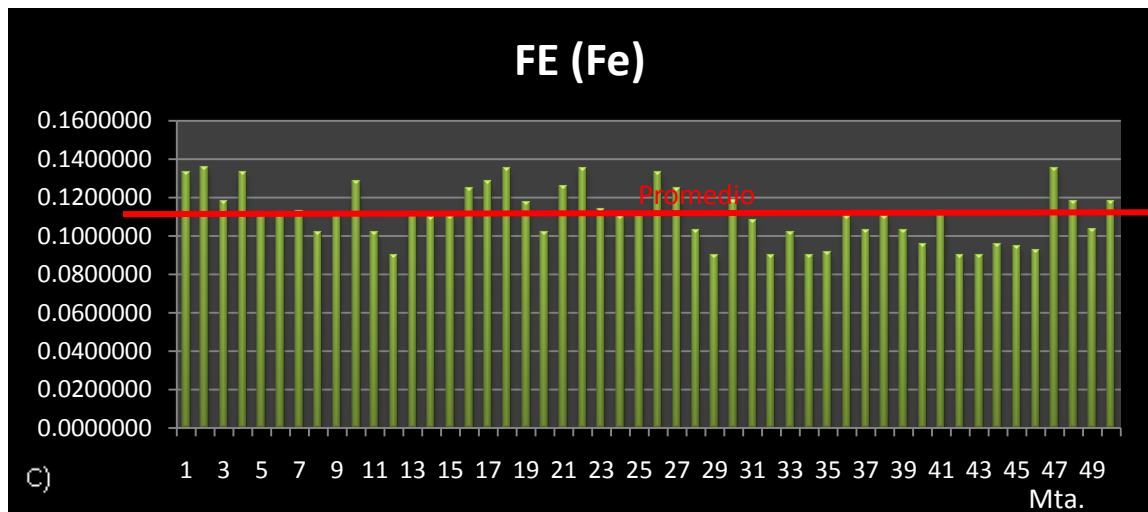
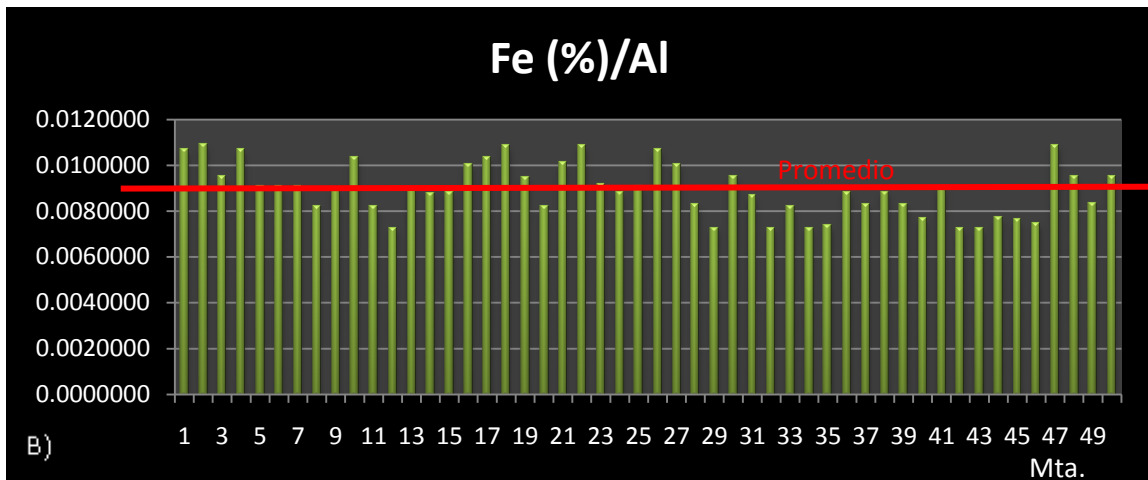
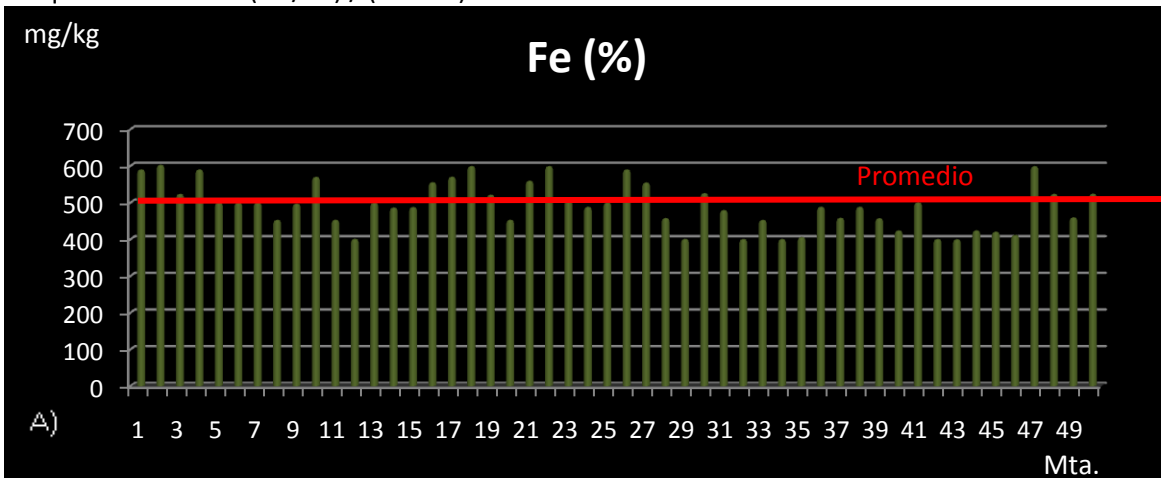


Figura 4.16. a) Gráfica de Concentración total de Fe; b) correlación “Fe / Al”; c) Factor de enriquecimiento FE del Fe.

En las figuras 4.16 se representa: Concentración de Ni, Correlación “Ni / Al” y Factor de enriquecimiento de “(Ni / Al) / (0.0804)”.

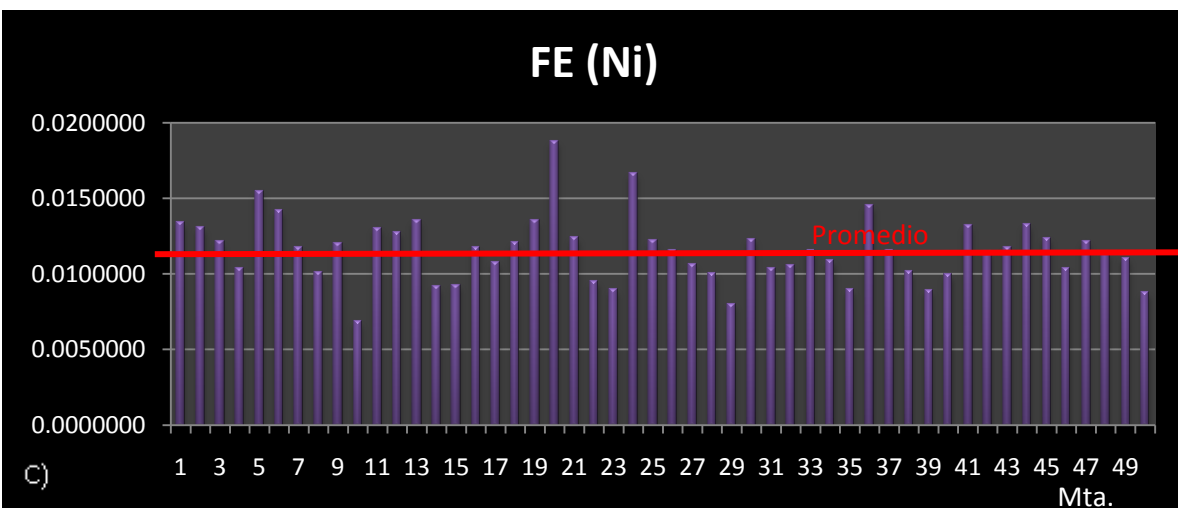
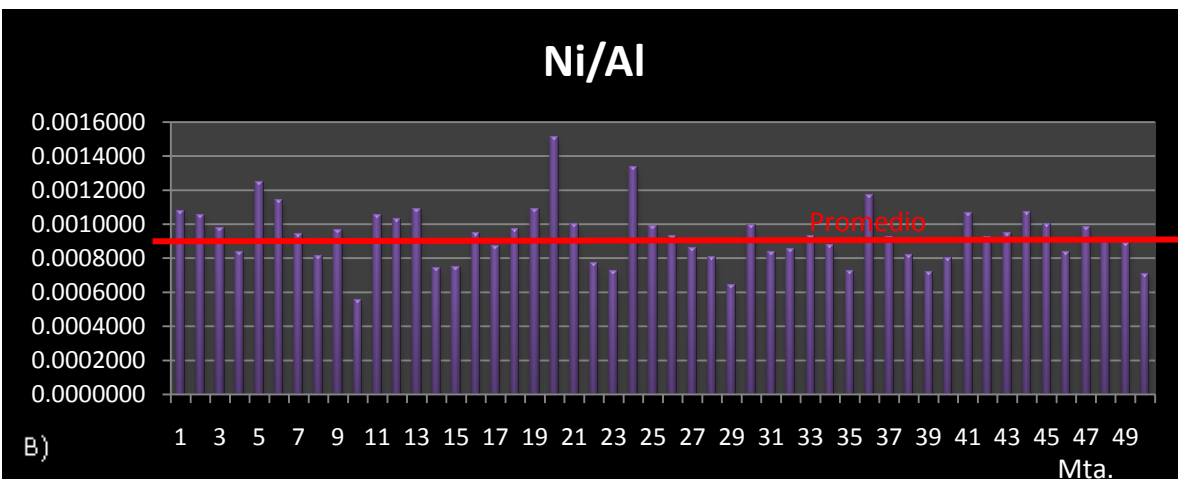
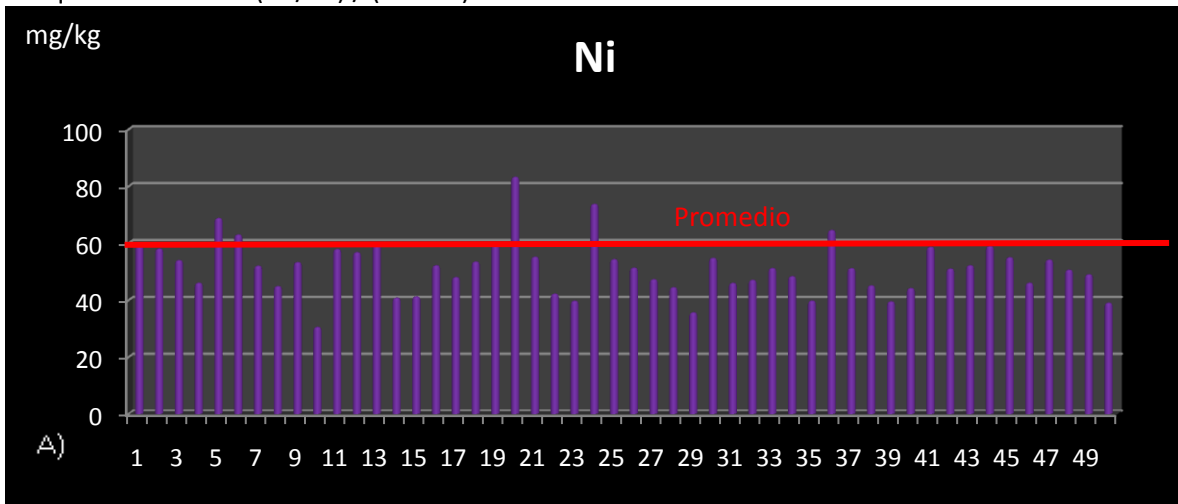


Figura 4.17. a) Gráfica de Concentración total de Ni; b) correlación “Ni / Al”; c) Factor de enriquecimiento FE del Ni.

En las Figura 4.18 se representa: Concentración de Cu, Correlación "Cu / Al" y Factor de enriquecimiento de " $(Cu / Al) / (0.0804)$ ".

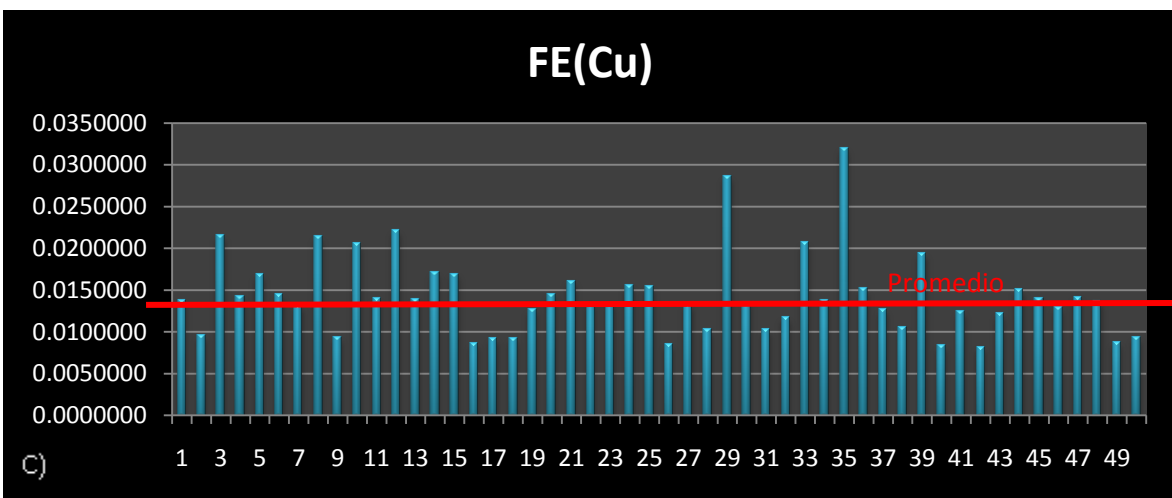
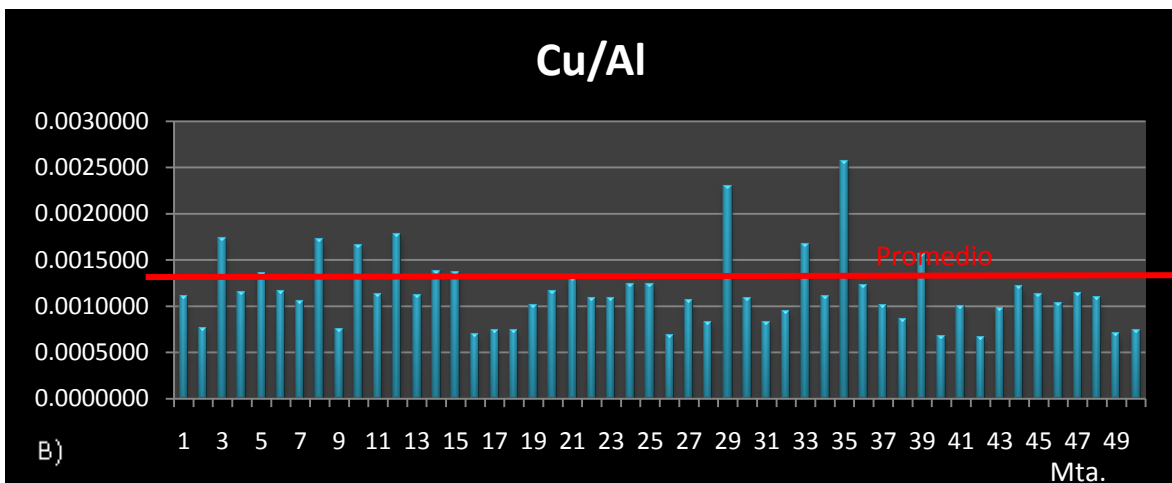
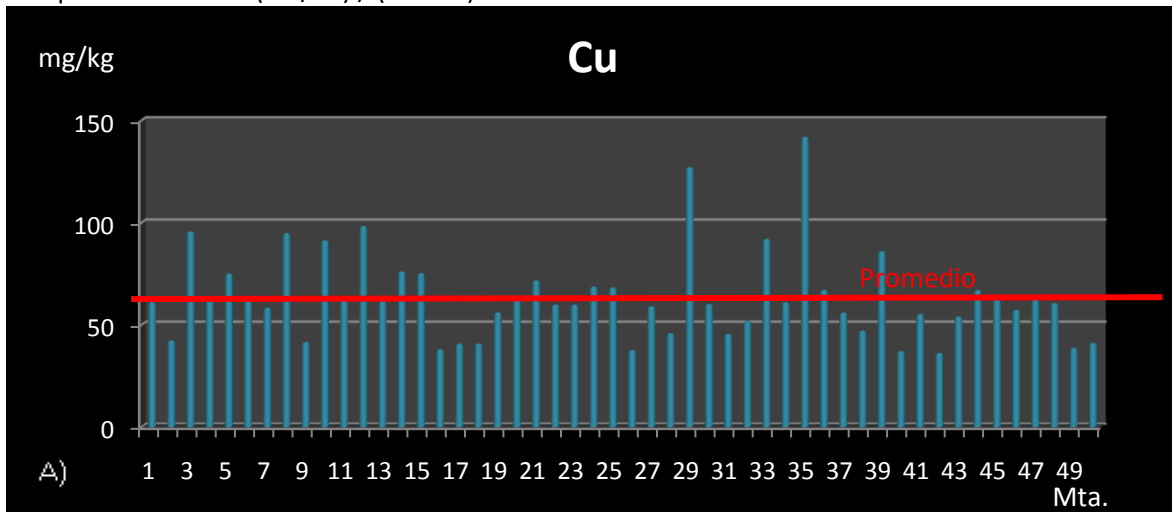


Figura 4.18. a) Gráfica de Concentración total de Cu; b) correlación "Cu / Al"; c) Factor de enriquecimiento FE del Cu

En las Figura 4.19 se representa: Concentración de Zn, Correlación “Zn / Al” y Factor de enriquecimiento de “(Zn / Al) / (0.0804)”.

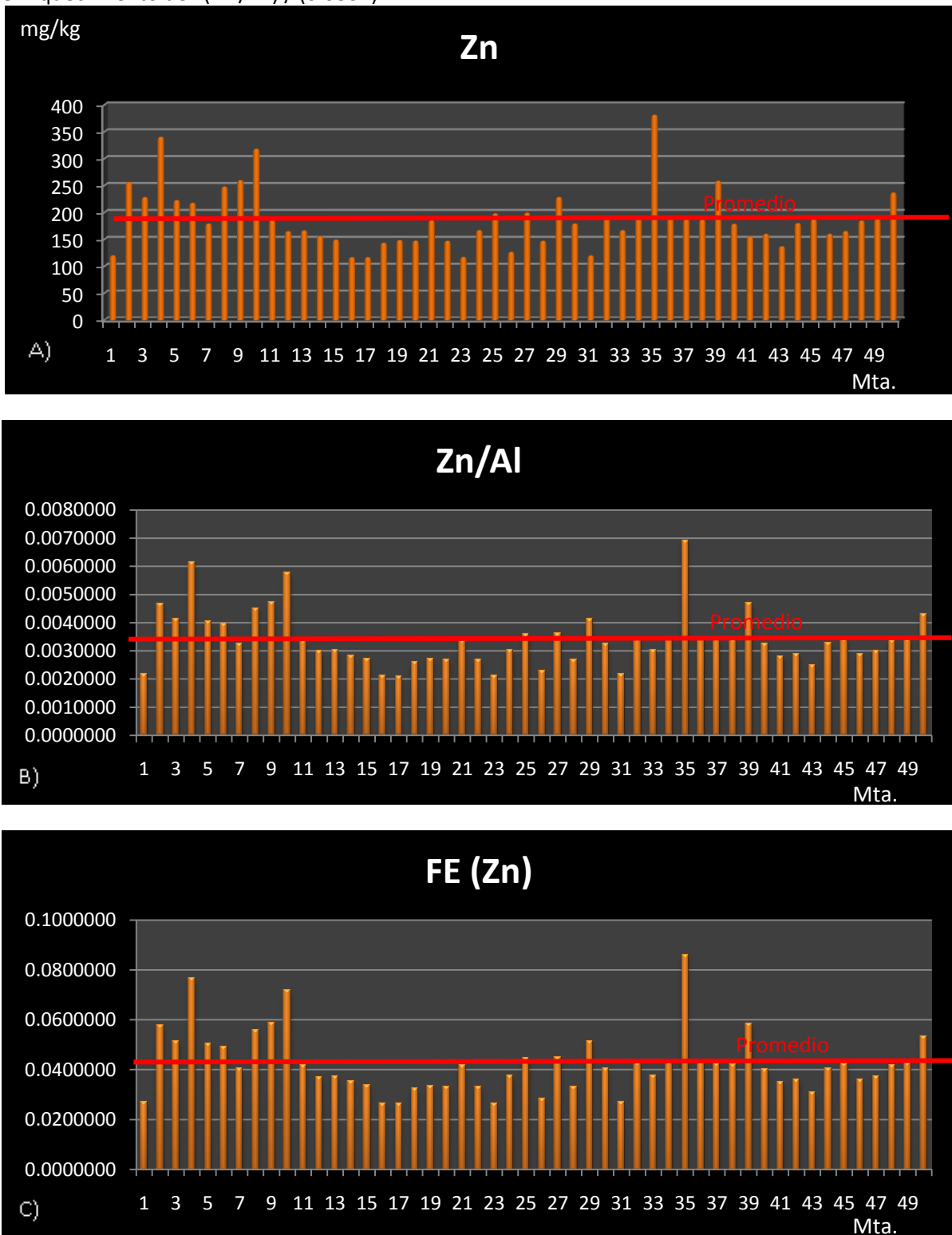


Figura 4.19. a) Gráfica de Concentración total de Zn; b) correlación “Zn / Al”; c) Factor de enriquecimiento FE del Zn

En las Figura 4.20 se representa: Concentración de Cd, Correlación "Cd / Al" y Factor de enriquecimiento de " $(Cd / Al) / (0.0804)$ ".

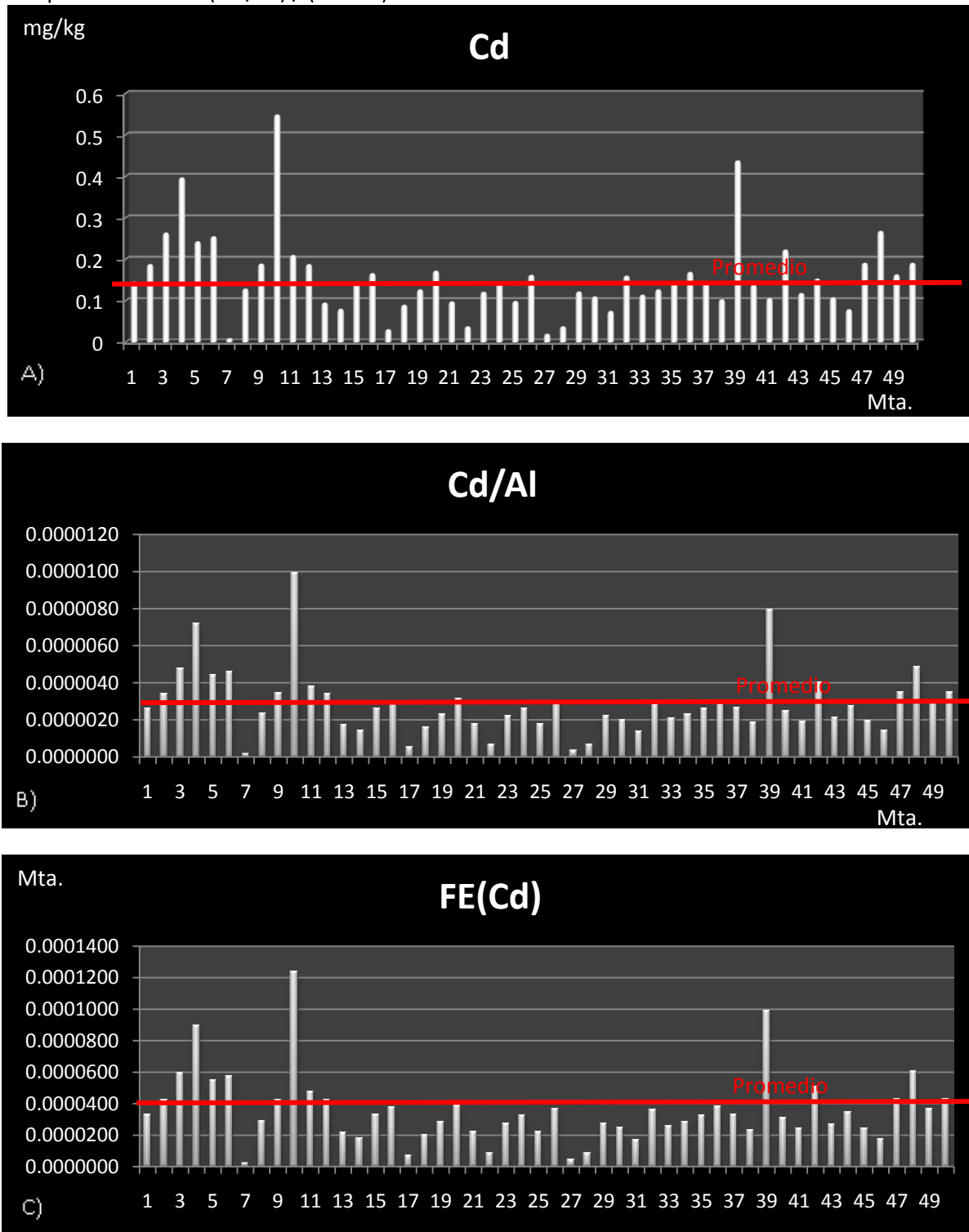


Figura 4.20. a) Gráfica de Concentración total de Cd; b) correlación "Cd / Al"; c) Factor de enriquecimiento FE del Cd.

En las figura 4.21 se representa: Concentración de Pb, Correlación "Pb / Al" y Factor de enriquecimiento de " $(Pb / Al) / (0.0804)$ ".

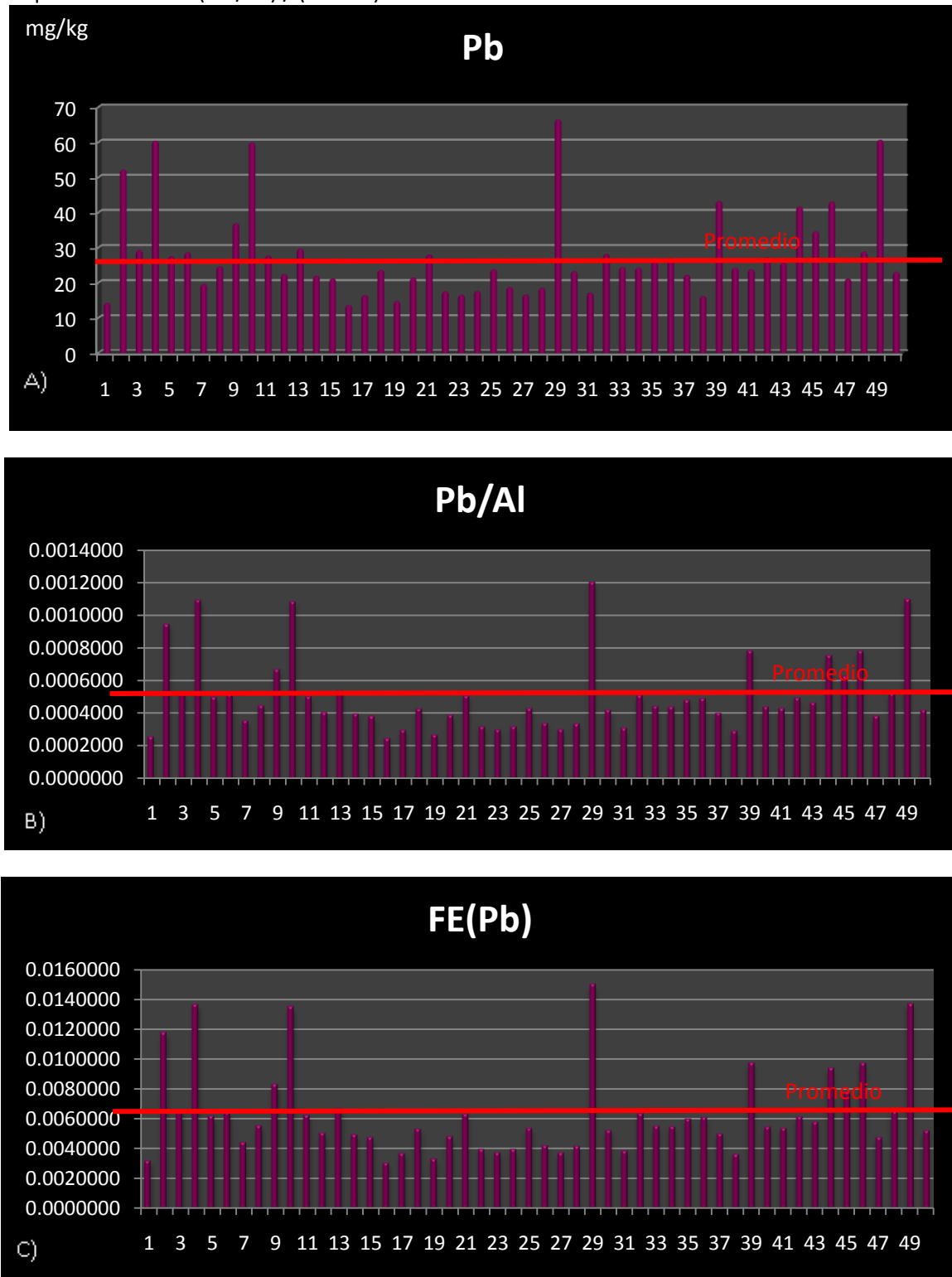


Figura 4.21. a) Gráfica de Concentración total de Pb; b) correlación "Pb / Al"; c) Factor de enriquecimiento FE del Pb.

En el suelo de estudio se encontró una cantidad de nutrientes por encima de lo que la norma oficial establece para clasificar al suelo, así mismo se tiene que los metales encontrados por la prueba de espectrofotometría de absorción atómica, es el siguiente:

El Fe, Cu, Zn, Mn se encuentran por encima de los niveles adecuados (4.5, .2, 1, 1 mg/kg respectivamente) por lo que el suelo se clasifica como muy bueno para sostener la vida en el lugar. Estos valores son consistentes con la zona en la que se encuentra la poligonal.

Así mismo, Santillán (2009) reportó valores muy similares en su tesis de licenciatura clasificando los suelos de una zona aledaña de la misma manera.

Por otro lado los valores sugeridos por la norma para elementos tóxicos en un suelo según su tolerancia para cultivos, estos son:

El Cd está en concentraciones muy por debajo del nivel normal (0.35mg/kg) ya que la concentración determinada fue de 0.16 mg/kg, lo que indica que no hay presencia de este contaminante en concentraciones peligrosas.

El Pb está en el límite de una clasificación normal (35 mg/kg) ya que la concentración determinada fue de 27 mg/kg, lo que se debe posiblemente a una depositación atmosférica (agua pluvial principalmente), por efecto de emisiones de gases contaminantes de los vehículos de transporte público y privado, que se deposita en las zonas más altas de la ciudad. También se debe a la interacción del hombre con la zona, ya que existen tiraderos clandestinos de residuos provenientes de la construcción los cuales contienen pinturas y azulejos con base de plomo.

El Ni se encuentra de la misma forma en el límite de lo normal (50 mg/kg) ya que la concentración determinada fue de 51 mg/kg; este elemento indica que la presencia del hombre en esta zona ha afectado de manera consistente, ya que se encontraron rastros de pilas alcalinas que contienen Ni y por otro lado la mala carburación del transporte público y privado generan una depositación atmosférica de este metal proveniente de las gasolinas.

Comparando la concentración de los metales contra la granulometría, se observa que la adsorción es mínima en el sitio de estudio, lo que provoca una depositación en el subsuelo o acuíferos estando encontrándose en la superficie concentraciones pequeñas.

Los factores de enriquecimiento que se obtuvieron fueron los siguientes:

El Mn se enriqueció un 55% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Fe se enriqueció un 13.5% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Ni se enriqueció un 1.8% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Cu se enriqueció un 3.19% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Zn se enriqueció un 8.6% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Cd se enriqueció un 0.012% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

El Pb se enriqueció un 1.5% considerando una concentración natural en la corteza terrestre.

