

ANALISIS KRIGEANTE MONOVARIABLE

AREA DE RESERVA Nro.3 - PARAMILLOS NORTE

AUTOR = JORGE GIRARDI

AUTOR = LUIS BERTONE

Anexo I
1988

INTRODUCCION

En el primer informe del Anexo I (pag. 8 a 12) se presentaron las posibilidades que nos brinda la geoestadística en el estudio e interpretación de una señal geoquímica mediante la utilización del Análisis Krigeante Monovariable (1).

Durante esa primera etapa, en la que se presentó la metodología a ser utilizada, se desarrollaron los correspondientes programas de cálculo, para luego proceder a una primera aplicación en el sector sur de la Hoja-2D-90 (nomenclatura de la Dirección General de Fabricaciones Militares), en la Provincia de Mendoza, entre los 32 20' y 32 30' de latitud sur y los 69 y 69 15' de longitud oeste. Dentro de esta área se trabajó con un conjunto de 216 datos con análisis de **cobre, plomo y zinc.**

Como resultado de los estudios estadísticos, estructurales y de los emergentes del Análisis Krigeante, se localizaron puntos anómalos, fundamentalmente para el cobre, por contar éste con un muestreo más completo (fig.1) en zonas circundantes al **Area de reserva Nro.3-Paramillos Norte.**

Posteriormente, en esta segunda etapa, se continuó con el estudio de únicamente la variable cobre dentro del área Paramillos Norte, por contar en ésta zona con un gran número de datos provenientes de muestras de sedimentos de corriente (fig.2).

Terminado este estudio, el próximo paso comprende el análisis de estas **señales geoquímicas** bajo la óptica del **Análisis Krigeante Multivariable**, para lo cual se están poniendo a punto las metodologías y desarrollando los correspondientes programas de cómputo.

INFORMACION A SER UTILIZADA

Dentro del área Paramillos Norte se dispone de información en un total de 1240 puntos muestrales (fig.2), donde fueron tomadas muestras de sedimentos de corriente, todas las cuáles poseen análisis de cobre, mientras que en sólo 202 puntos se dispone de valores de molibdeno, y en 350 de plomo y de zinc.

La distribución areal de los datos de cobre puede considerarse como regular (fig.2), no así la información de plomo y zinc, los cuáles sólo fueron analizados en algunos sectores, quedando grandes áreas de la zona de estudio sin dicha información. Finalmente para el molibdeno tenemos un muestreo aceptablemente regular, con un escaso número de datos.

Por las razones anteriormente expuestas, en esta segunda etapa solo se realizó el análisis de la variable cobre. Recordemos que esta variable fué la que mejor definió las posibles anomalías en el estudio realizado en la hoja 2D-S0 (resultados del primer informe).

Por otro lado y dada la imposibilidad de trabajar con los 1240 datos de cobre, debido a no contar con el sistema de computación adecuado, se realizó el Análisis Krigeante de unicamente 368 datos, convenientemente distribuidos (fig.3). Se trabajó con un equipo IBM-PC.

METODOLOGIA EMPLEADA

Se procedió en primer lugar a la **caracterización estadística**, mediante el cálculo de los parámetros fundamentales y los correspondientes histogramas experimentales.

Seguidamente se procedió al **análisis estructural** el cuál comprende el estudio de la variabilidad espacial del cobre, mediante la utilización de la función variograma. El método de cálculo de un variograma experimental así como su modelización ya fue explicitado en el primer informe ya presentado.

Finalmente se procedió a la aplicación del **Análisis Krigeante Monovariante**, a fin de proceder a la estimación de las características de la variable analizada para las distintas "bandas de frecuencia espaciales" emergentes de análisis estructural. El fundamento matemático del A.K.M. fué presentado en el primer informe de este trabajo.

Caracterización estadística del Cobre

En la tabla I se presentan los estadísticos fundamentales del cobre, y en la figura 4 el correspondiente histograma experimental. Dicho histograma corresponde a una distribución lognormal.

VARIABLE COBRE	
MEDIA	= 32.74 ppm
VARIANZA	= 1030.20 ppm
DESUDIO TIPICO	= 32.10 ppm
MINIMO	= 10.00 ppm
MAXIMO	= 270.00 ppm
NUMERO DE DATOS	= 368

TABLA I.- Parámetros estadísticos del cobre en Paramillos Norte

HISTOGRAMA EXPERIMENTAL

LIM. SUP. IFRQ. IFRQ. RLIESCALA %I

10.000	I 0	I	.00%	45.65	I	**
20.000	I 54	I	14.67%	44.74	I	**
30.000	I 168	I	45.65%	43.83	I	**
40.000	I 56	I	15.22%	42.91	I	**
50.000	I 22	I	5.98%	42.00	I	**
60.000	I 19	I	5.16%	41.09	I	**
70.000	I 18	I	4.89%	40.17	I	**
80.000	I 8	I	2.17%	39.26	I	**
90.000	I 9	I	2.45%	38.35	I	**
100.000	I 0	I	.00%	37.43	I	**
110.000	I 2	I	.54%	36.52	I	**
	I 12	I	3.26%	35.61	I	**
				34.70	I	**
				33.78	I	**
				32.87	I	**
				31.96	I	**
				31.04	I	**
				30.13	I	**
				29.22	I	**
				28.30	I	**
				27.39	I	**
				26.48	I	**
				25.57	I	**
				24.65	I	**
				23.74	I	**
				22.83	I	**
				21.91	I	**
				21.00	I	**
				20.09	I	**
				19.17	I	**
				18.26	I	**
				17.35	I	**
				16.43	I	**
				15.52	I	**
				14.61	I	*****
				13.70	I	*****
				12.78	I	*****
				11.87	I	*****
				10.96	I	*****
				10.04	I	*****
				9.13	I	*****
				8.22	I	*****
				7.30	I	*****
				6.39	I	*****
				5.48	I	*****
				4.57	I	*****
				3.65	I	*****
				2.74	I	***** **
				1.83	I	***** **
				.91	I	***** **
				0.00	I	-----

NUMERO DE DATOS = 368
 NUMERO DE CLASES = 12
 LIM. INF. = .100E+02
 AMP. DE CLASE = .100E+02

INTERVALOS DE CLASE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Figura 4.- Histograma del cobre (Paramillos Norte)

ANALISIS ESTRUCTURAL

Esta etapa del trabajo ya fue presentada con todo detalle en el primer informe, por lo que en este punto se presenta solamente el modelo de variograma a ser utilizado en los cálculos.

Dado lo reducido del área bajo estudio (5km. x 7km.), los semivariogramas calculados dentro del área Paramillos Norte (fig. 5) se ven influenciados por el "efecto de borde", por lo que a fin de realizar la modelización final se tomó en cuenta los semivariogramas calculados con toda la información, es decir la correspondiente a Paramillos Norte y a la hoja 2D-SO (584 datos). De esta manera se logra una mejor representatividad del comportamiento de la variable a una escala regional. Se trabajó con los semivariogramas relativos a los efectos de eliminar el efecto proporcional.

Como resultado del análisis estructural (fig. 6), se concluye que el comportamiento estructural del cobre es isótropo por lo cuál se tomó el correspondiente semivariograma relativo medio en la estimación de las componentes del Análisis Krigeante Monovariable.

Modelización

A los efectos de modelizar el semivariograma experimental medio del cobre se consideraron dos modelos de tipo esférico, para representar estructuras de variabilidad de distinta escala (fig. 7).

Debido a que el efecto agujero presente en la variografía no incide sensiblemente en los resultados, no se lo tomó en cuenta en la modelización mencionada.

Se llegó así al siguiente modelo:

$$(h) = C_0 + C_1 [1.5 h/A_1 - 0.5 (h/A_1)^3] + C_2 [1.5 h/A_2 - 0.5 (h/A_2)^3]$$

donde: $C_0 = 0.295$ (efecto pepita)
 $C_1 = 0.32$ (transición de la primera componente)
 $C_2 = 0.155$ (transición de la segunda componente)
 $A_1 = 1.9$ km (alcance de la primera componente)
 $A_2 = 3.25$ km (alcance de la segunda componente)

ANÁLISIS KRIGEANTE DEL COBRE

El modelo de Análisis Krigeante Monovariante del cobre es:

$$Z(x) = \frac{a_0}{u} + \frac{a_1}{u} Y(x) + \frac{a_2}{u}$$

donde : $a_0 = 0.54$ corresponde a la componente pepítica
 $a_1 = 0.57$ corresponde a la componente de alcance intermedio
 $a_2 = 0.39$ corresponde a la componente de alcance regional.

Para la estimación de las distintas componentes a Y se utilizó el modelo de variograma presentado en el ítem anterior, es decir, una composición de efecto pepita, con una estructura de tipo esférico de alcance intermedio mas una de tipo esférico de mayor alcance.

Nuevamente en este caso, y por razones de limitación del equipo de computación, se trabajó con una vecindad de estimación de 99 muestras como máximo, representativa de las estructuras espaciales definidas. Cabe mencionar que se tomó la misma configuración de estimación para las distintas componentes.

En las figuras 8,9,10 y 11 se presentan las estimaciones de las componentes del Análisis Krigeante, de acuerdo a la siguiente relación de coherencia :

FIGURAS

- Figura 1.-Localización de puntos muestrales de cobre en la Hoja 2D-50.
Se utilizan coordenadas Gauss-Kruger.
- Figura 2.-Localización de puntos muestrales de cobre en Area de reserva Nro.3-Paramillos Norte. Se muestran asimismo las perforaciones existentes en el área.
- Figura 3.-Localización de puntos muestrales de cobre en Paramillos Norte, utilizados en la aplicación de Análisis Krigeante Monovariante. Los valores de contenido de cobre (ppm) son proporcionales al tamaño del símbolo graficado.
- Figura 5.-Semivariografía relativa general del cobre en Paramillos Norte.
- Figura 6.-Semivariografía relativa general del cobre calculada con los 584 valores. Se muestran 4 direcciones y el correspondiente semivariograma medio.
- Figura 7.-Modelo ajustado al semivariograma relativo general medio de cobre.
- Figura 8.-Análisis Krigeante Monovariante de la componente pepítica.
- Figura 9.-Análisis Krigeante Monovariante de la primera componente estructurada.
- Figura 10.-Análisis Krigeante Monovariante de la segunda componente estructurada.
- Figura 11.-Análisis Krigeante Monovariante de la segunda componente estructurada mas la estimación del valor medio.

BIBLIOGRAFIA

- Girardi J. (1986) Analyse Krigeante de Données Géochimiques Prelevées sur La Zone "BRGM SW410020" dans le Sud de la France, Internal Rapport CFSG-DEA, S-210.
- Matheron G. (1982) Pour une analyse krigeante des données régionalisées. Note-732, Centre de Géostatistique, Fontainebleau.

$$Z(x) = \underset{u}{a} \underset{u}{Y}^*(x) + \underset{u}{m}^*(x) = \underset{u}{Z}^*(x)$$

Para la componente pepítica se optó por trabajar con los valores obtenidos de la resolución del correspondiente sistema de Análisis Krigeante (y no el resultante de la relación de coherencia), por presentar una mejor respuesta a las configuraciones muestrales utilizadas.

Detección de anomalías

Recordemos que en la aplicación de A.K.M. en la Hoja 2D-50 se marcaron anomalías según el criterio de confrontar las estimaciones de las distintas componentes, fundamentalmente la de muy corto alcance con la regional. En dicha aplicación resultaron algunos casos combinando valores pequeños de la componente regional con valores relativamente importantes de la pepítica.

En este caso y debido a las características de este nuevo campo de estudio (Paramillos Norte), con una densidad muestral que acentúa el efecto pantalla inverso, el cuál uniformiza en gran medida las estimaciones de tipo regional, se hizo necesario confrontar la componente de muy corto alcance directamente con los datos experimentales.

De esta manera se detectaron zonas de valores muy similares en contenido de cobre, y con una marcada diferencia en el aporte de la variabilidad de muy corto alcance.

En la figura 8 se señalan diversas zonas con distinto grado de interés prospectivo :

Zonas G-E-F : Estas tres unidades, evidentemente interesantes, son acompañadas, como es lógico, por una alta componente de

variabilidad pepítica. Este hecho disminuye, desde el punto de vista metodológico, el interés de la aplicación del A.K.M.

Zonas A-B-C-D : Presentan características similares en contenido de cobre. Analizando en detalle cada una de ellas se pueden establecer las siguientes valorizaciones: Hay una clara distinción entre el conjunto de las zonas (B, C y D), con la zona A, presentando ésta valores relativamente mayores de la componente pepítica, y en contrapartida valores menores de las componentes regionales.

Estas características estarían de acuerdo con los sistemas de drenaje que afectan a dichas zonas : Permitiría concluir que en la zona A los valores de cobre no están influenciados por los valores altos de contenidos de cobre de la zona F, lo cual resalta aún mas la importancia de dicha área.

Por otro lado, las zonas B, C y D, que forman parte del mismo sistema de drenaje de las unidades E y F (con alto contenido de cobre), son degradadas, por este hecho, en su valor intrínseco.

H-2D-SO Cobre ppm

N

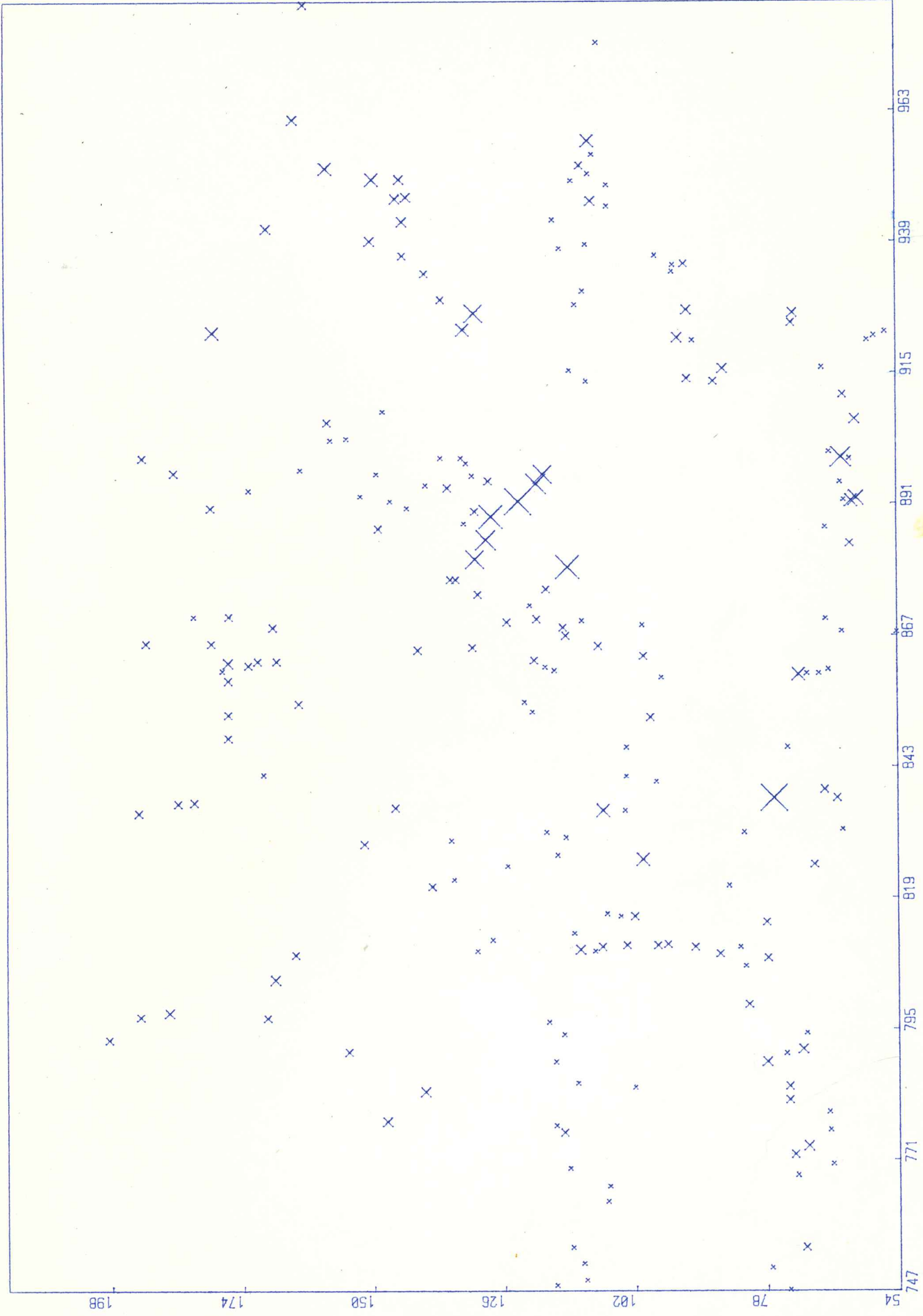


FIGURA 1

Paramillos Norte {Cu(ppm)}

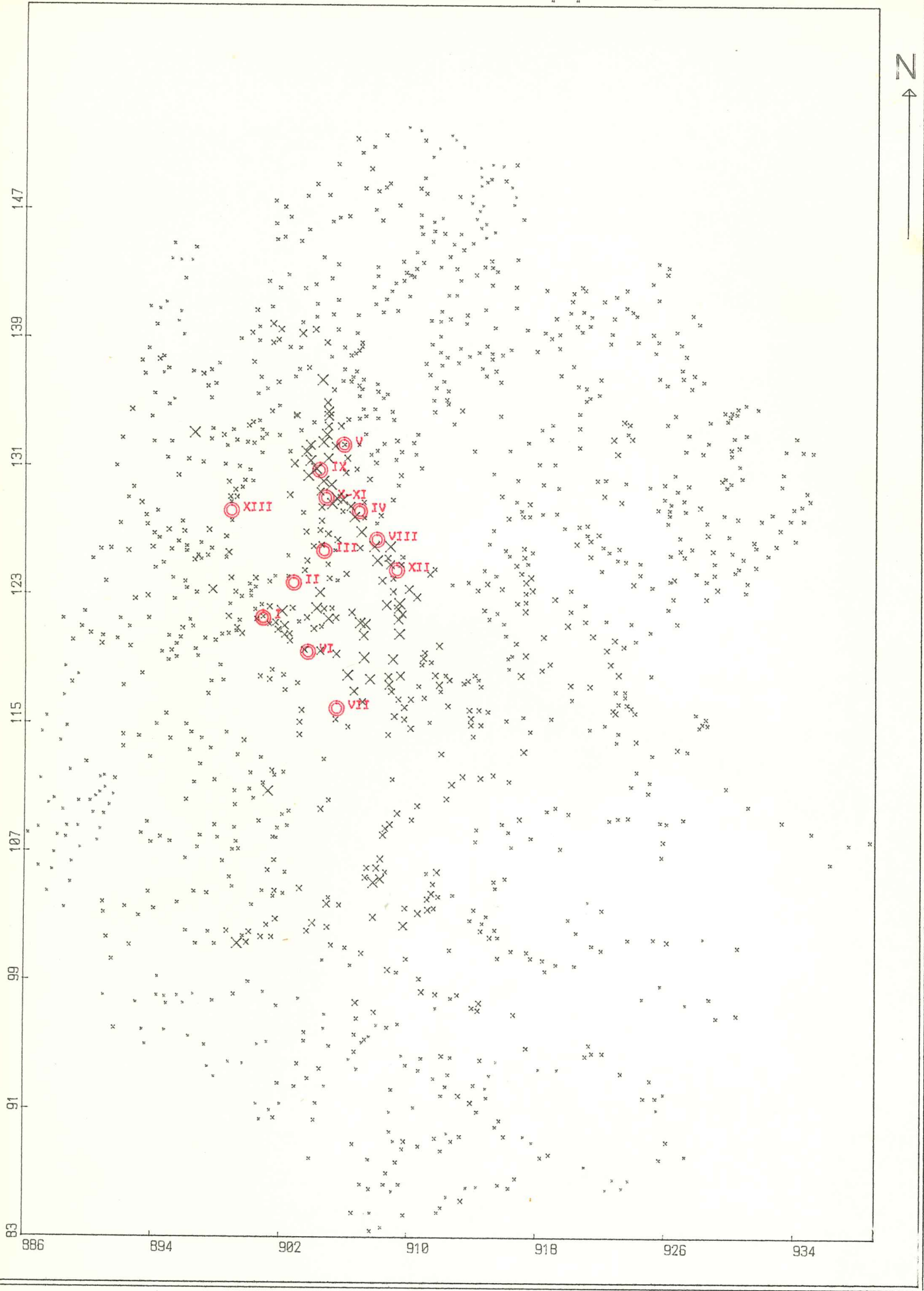


FIGURA 2

P.N. Cobre (ppm)

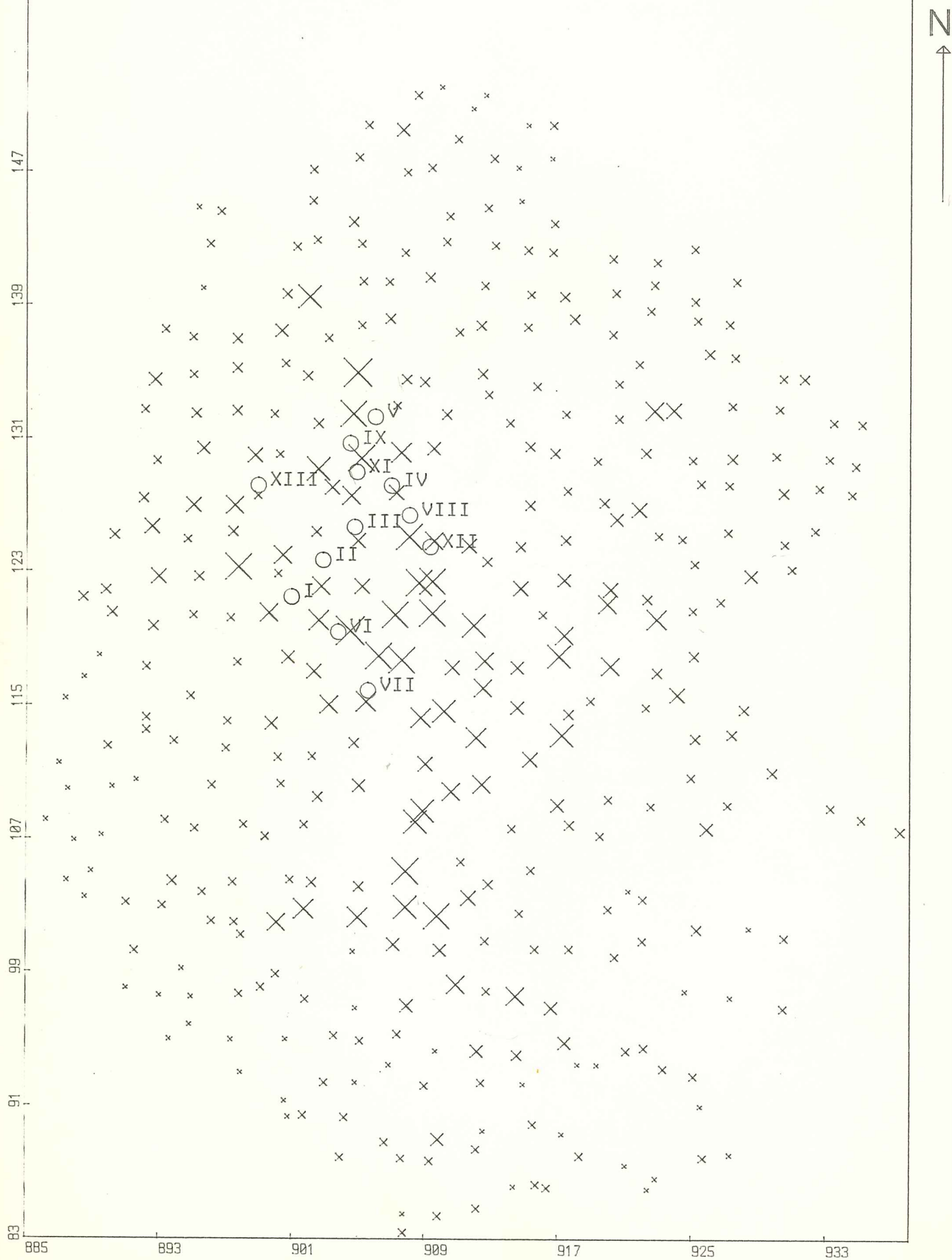


FIGURA 3

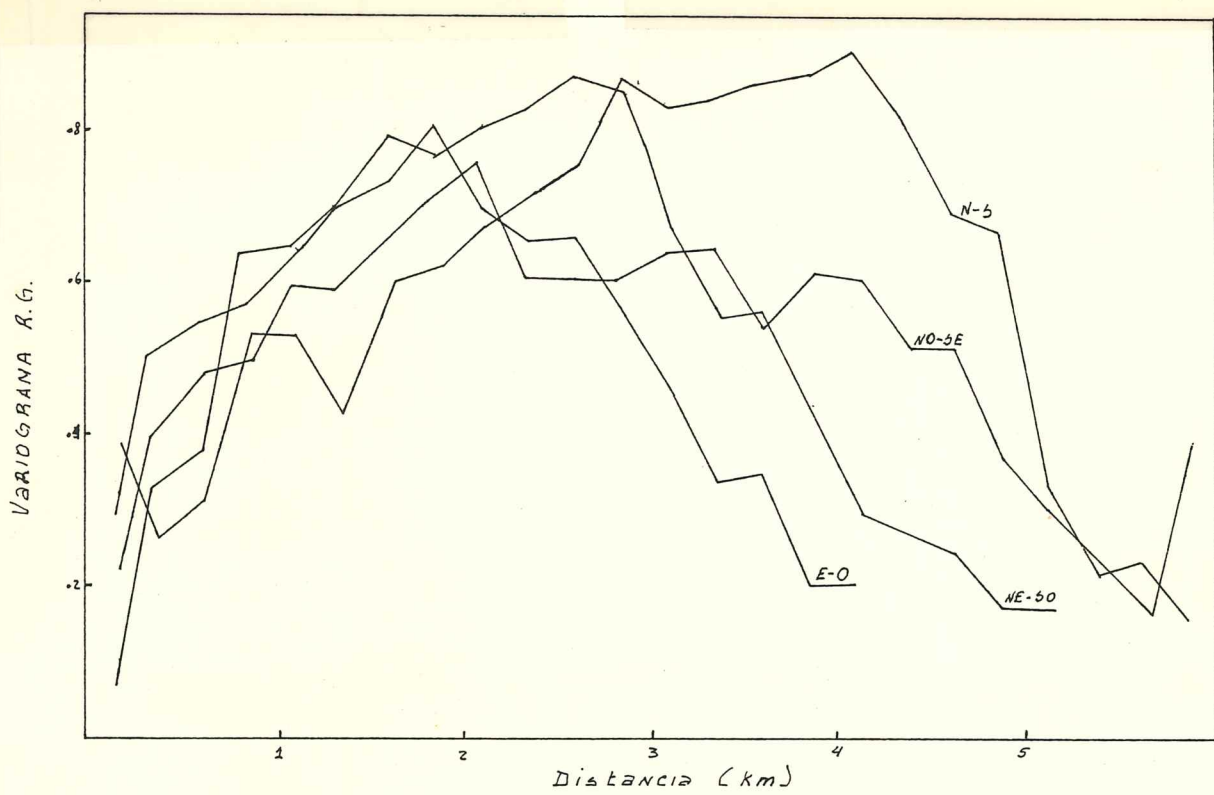


FIGURA 5

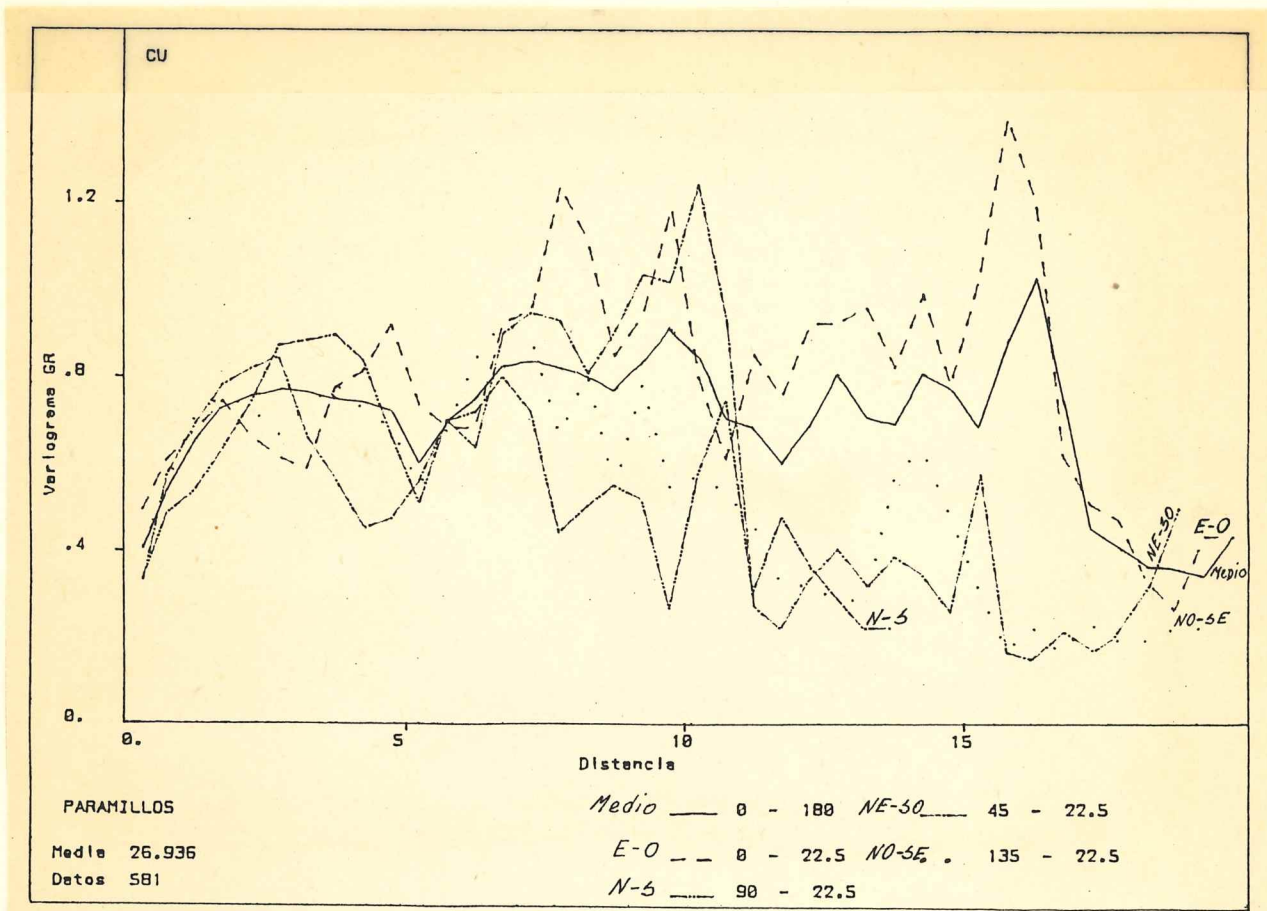


FIGURA 6

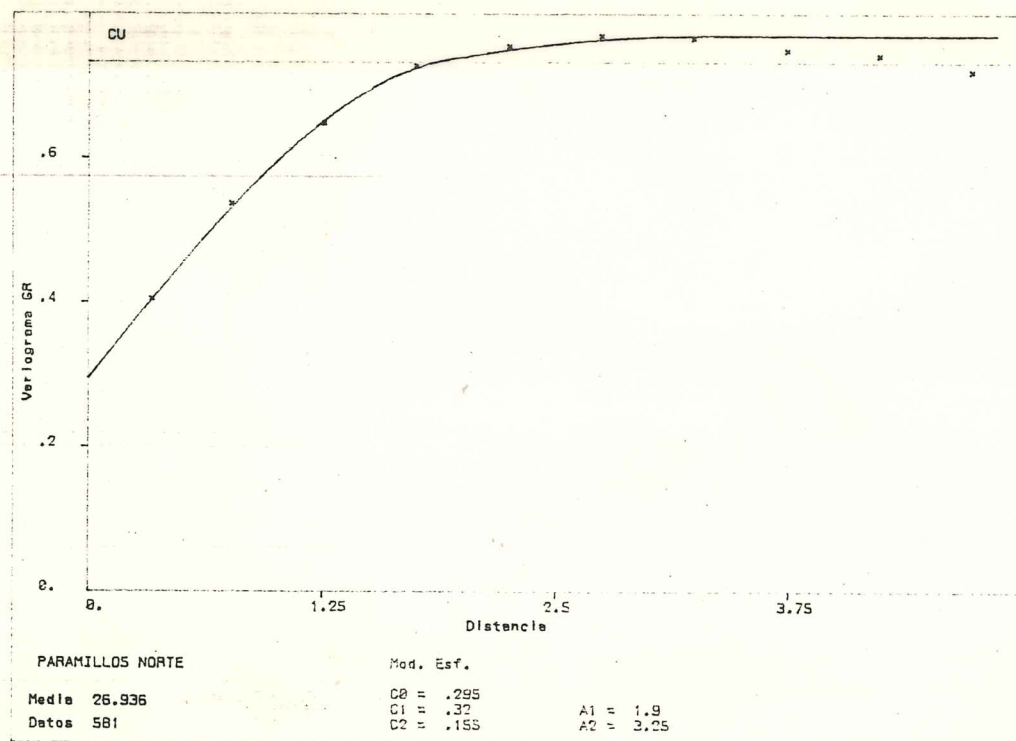


FIGURA 7

Par. Norte Cobre AoYo*(e/e)

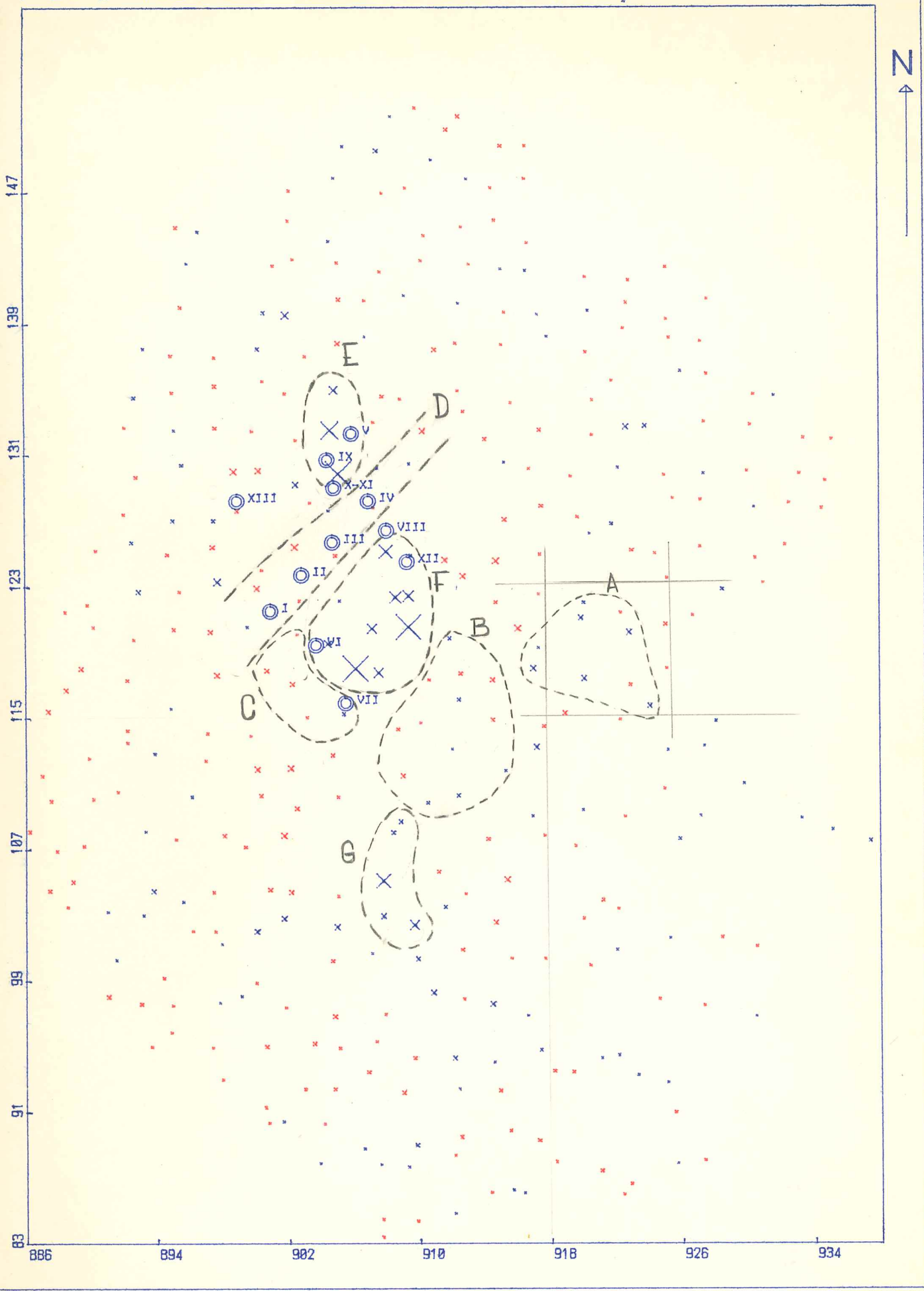


FIGURA 8

E 1:30.000

Par. Norte Cobre A1Y1*[e/e]

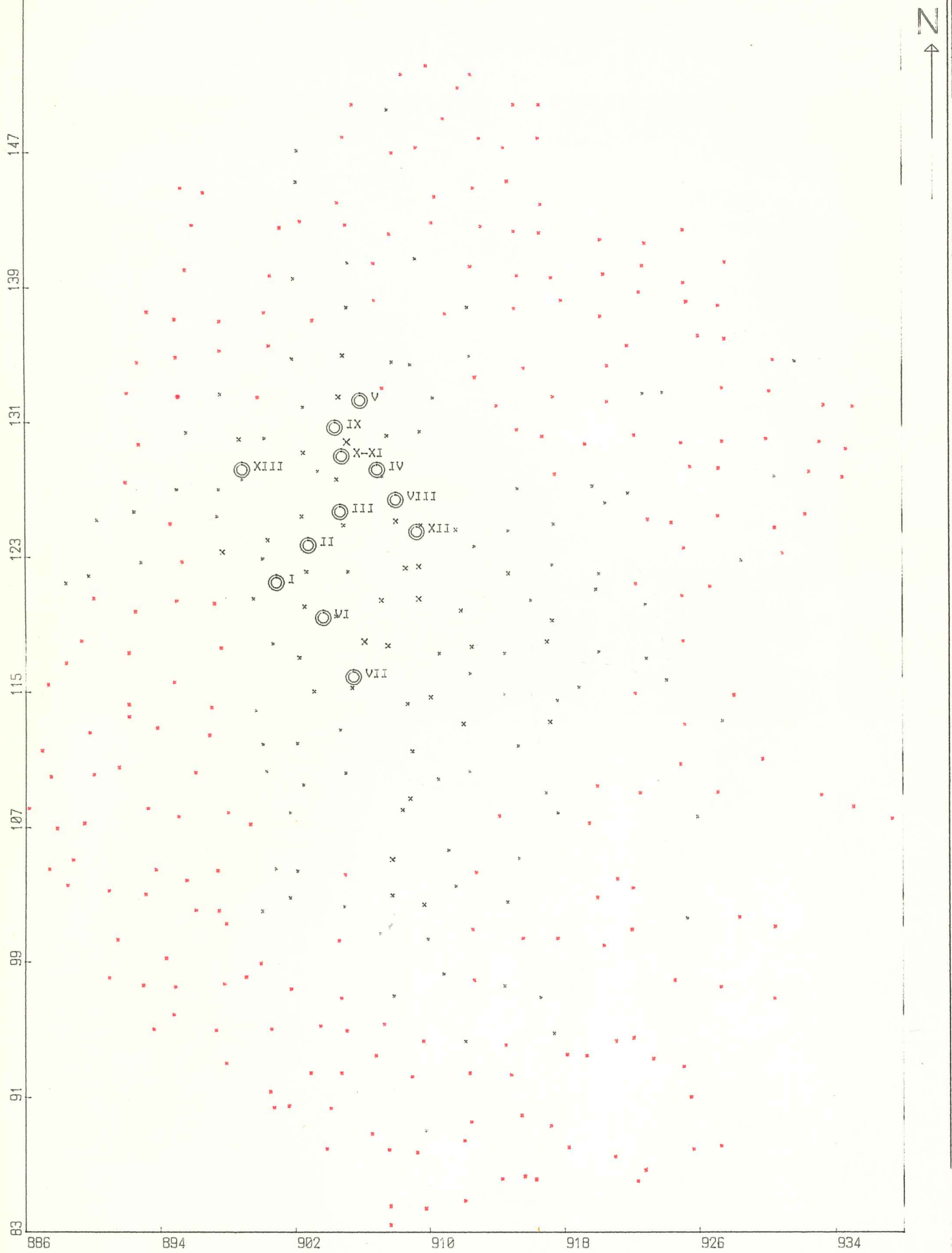


FIGURA 9

Par. Norte Cobre A2Y2*(e/e)

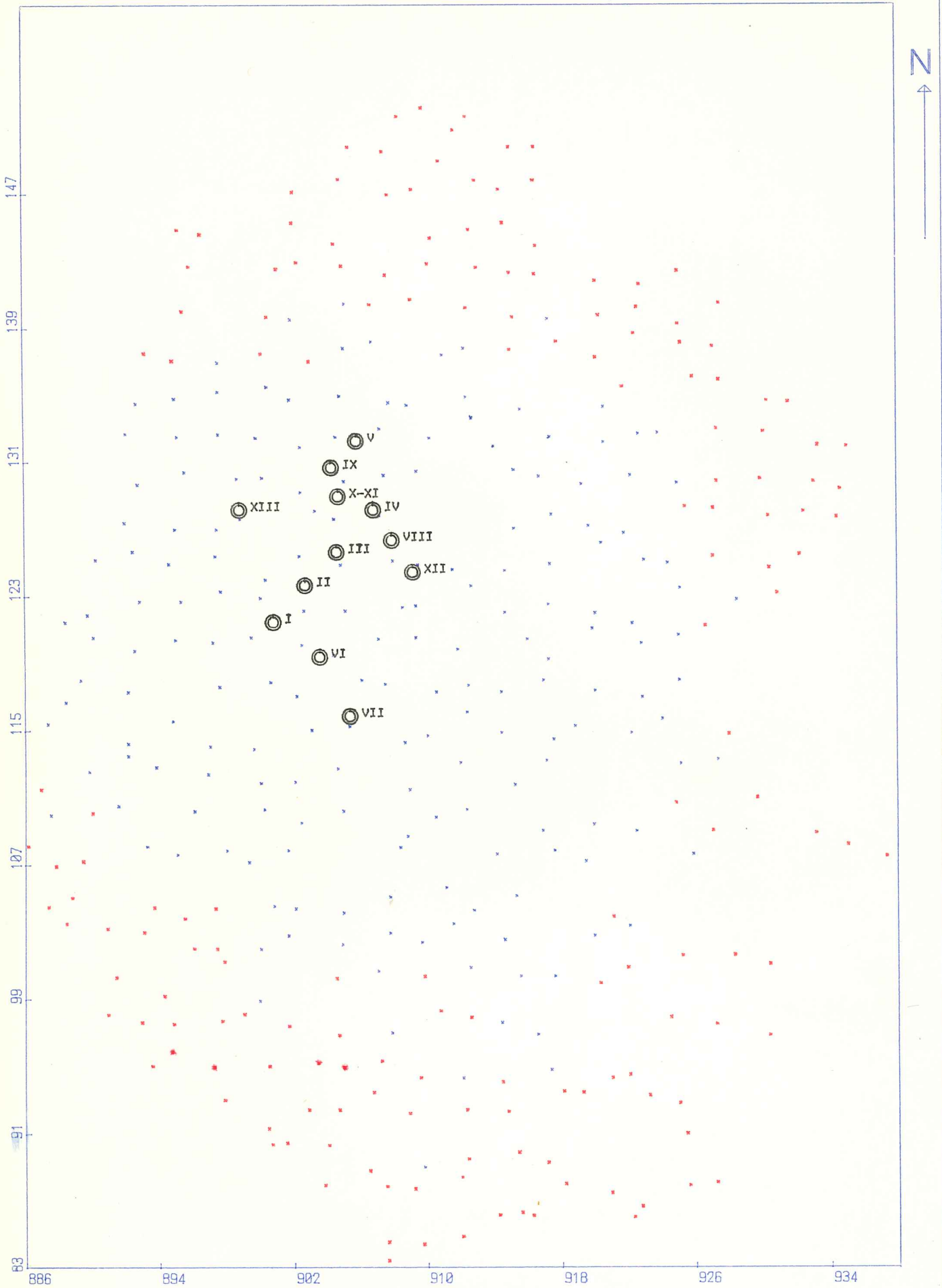


FIGURA 10

Par. Norte Cobre A2Y2*+m*(e/e)

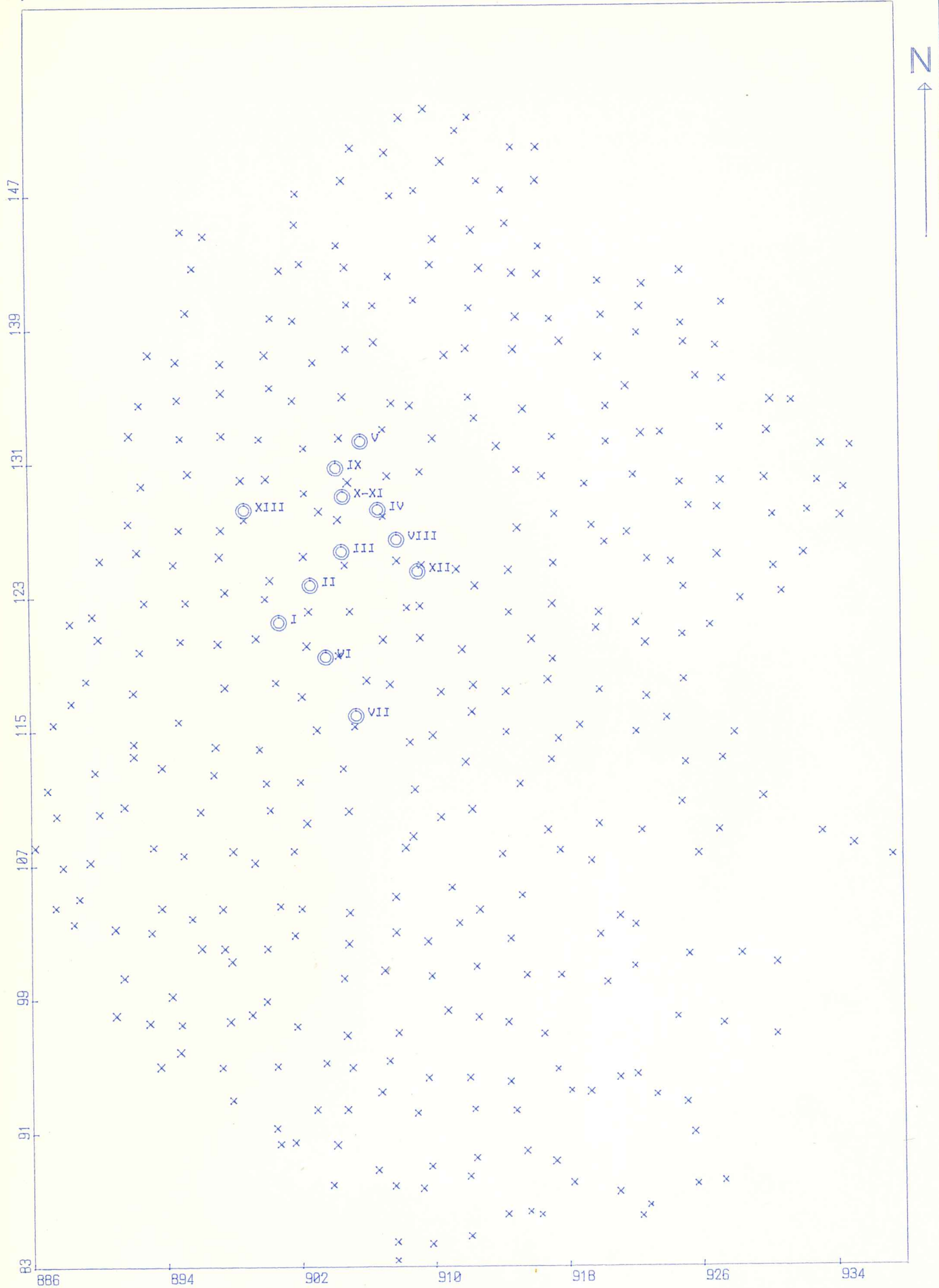


FIGURA 11