

**ELEMENTOS INDICADORES EN LA EXPLORACION GEOQUIMICA DE
MINERALIZACIONES VETIFORMES EN LA REGION DE LA X (CHOCO)**

*** Franklin Ortiz**

**** Hernán Orrego**

**** Nelson Carrasquilla**

RESUMEN

En un área de 28 Km², localizada en la región de la Equis (Chocó), se realizó un estudio de prospección geoquímica mediante el muestreo de sedimentos activos finos en los ríos Cantugadó, Cantugadocito y algunos de sus tributarios, y el muestreo de los suelos desarrollados sobre una mineralización vetiforme conocida como la veta Progreso. En total se recolectaron 55 muestras de sedimentos activos, (analizadas para cobre, plomo y zinc), y 85 muestras de suelos a las cuales se les determinó los contenidos de cobre, plomo, zinc y oro. Los resultados de los análisis químicos se estudiaron estadísticamente por el método de Lepeltier, el promedio móvil y el análisis factorial.

Para los sedimentos activos se encontró que el plomo es el único elemento que pudo servir como indicador ya que demarcó áreas anómalas que resultaron coincidentes con el hallazgo de varios afloramientos mineralizados de la zona. En el caso de los suelos, varias zonas anómalas fueron definidas por los siguientes grupos de elementos analizados: Au-Cu-Pb; Pb-Zn; Au-Pb y Pb. Estas zonas anómalas correlacionan bastante bien con la traza teórica de las vetas Progreso y Jota. El oro y el plomo son considerados como elementos indicadores en la detección de las mineralizaciones metálicas de esta región.

ABSTRACT

A oriented program of geochemical prospecting was realized at La X prospect, (Chocó). Stream sediments samples were taken from the Cantugadó and Cantugadocito rivers together with soils samples recovered on known gold veins. 55 samples of stream sediments were analyzed for Cu, Pb and Zn; other 85 soil samples were analyzed for Cu, Pb, Zn, and Au. Results of this geochemical program seems to indicate that gold and lead are useful for locating veins, specially where there is a thick soil cover associated with a tropical environment such as it is in Choco.

* Profesor Titular

**Ingeniero Geólogo.

Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias
Dpto. de Ciencias de la Tierra. Medellín - A.A. 3840

INTRODUCCION

El departamento del Chocó ha sido una región conocida tradicionalmente por la explotación de ricos aluviones platiníferos y auríferos, y aunque hay una casi nula explotación de yacimientos primarios son numerosas las referencias (Delgado, 1953, Wokitel, 1958) sobre la existencia de mineralizaciones vetiformes de oro y metales básicos asociadas principalmente al batolito de Mandé. Una de las áreas mejor estudiadas en esta parte del país es la región de la Equis donde la Colombian Minerals Resources Inc., realizó hacia 1984 estudios exploratorios conducentes a establecer el potencial de unas mineralizaciones de Pb-Zn y Au que parecían ser muy promisorias (Ortiz et al. 1990).

En esta zona y en áreas vecinas se adelantaron varios trabajos de cartografía geológica y de prospección geoquímica por parte de la empresa antes citada, la Universidad Nacional seccional Medellín y el Instituto de Investigaciones Geológico-mineras (INGEOMINAS) en cooperación con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR). Muchos de los trabajos fueron suspendidos por diversas razones, sus resultados quedaron inéditos o en trabajos de grado (Ochoa y Molina, 1984; Orrego y Carrasquilla, 1985).

Como el material de estos estudios puede ser importante en el conocimiento de los recursos minerales del país y/ o en la realización de nuevos programas exploratorios, se entregan aquí algunos de los resultados obtenidos, particularmente las experiencias de prospección geoquímica, en la medida que las técnicas empleadas pueden ser útiles como una línea de acción a seguir en la exploración de

yacimientos similares en áreas de características geológicas y geográficas afines.

LOCALIZACION Y ASPECTOS GEOGRAFICOS.

La zona de estudio se halla localizada en el departamento de Chocó, en el sitio denominado la Equis, corregimiento de Tutunendo, aproximadamente a 182 Km. de Medellín en la vía que une a esta ciudad con Quibdó (Fig. 1).

Es una zona que geográficamente forma parte de la región septentrional de la cordillera occidental, en la estribación occidental de esta cordillera. Tiene la región un relieve relativamente quebrado con alturas que fluctúan entre los 100 a 700 m.s.n.m., una alta precipitación pluviométrica que supera a los 9.000 mm de promedio anual (Fig. 2) y una temperatura promedio de unos 25°C. Estos factores dan a la región unas condiciones tropicales muy especiales. Es una zona selvática con una intensa y profunda meteorización que afecta bastante las rocas del área y dificultad mucho las exploraciones de minerales. El drenaje principal es el río Ichó, sus tributarios más importantes son el río Cantugadó y su afluente el Cantugadocito.

METODO DE TRABAJO.

Inicialmente se realizó la cartografía geológica del área en un mapa a escala 1:10.000, con ello se busco definir y determinar las distintas unidades litológicas y las principales estructuras que pudieran controlar las mineralizaciones existentes. Posteriormente y casi al mismo tiempo de la cartografía, se hizo el muestreo geoquímico sistemático de sedimentos activos en los principales ríos y sus afluentes. En estos trabajos fué necesario hacer uso de

mapas topográficos restituidos de fotografías aéreas de la zona. Luego se hizo la toma de 85 muestras de suelos, muestras que fueron recuperadas de una red de líneas de muestreo cuyo eje principal era la traza teórica de la veta Progreso. La localización de los sitios de muestreo se hizo a partir de levantamientos topográficos realizados a cinta y brújula. Una vez ubicadas las líneas de muestreo, se procedió al destape a través de apiques recuperándose el material de cada uno de los distintos horizontes de suelo. Las muestras fueron analizadas por absorción atómica para Cu, Pb, Zn, y Au. Una vez obtenidos los resultados químicos, la etapa siguiente consistió en la interpretación estadística utilizando medios gráficos y matemáticos para establecer los parámetros estadísticos y los mapas geoquímicos que mostraran la distribución de los elementos en la zona y las posibles áreas anómalas.

GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL

La región nor-occidental de la Cordillera Occidental está conformada por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, cuyas edades van desde el Cretáceo hasta el Cuaternario. En los estudios de cartografía geológica básica adelantados por el INGEOMINAS en la región septentrional de la Cordillera Occidental se han definido: una secuencia volcánica-sedimentaria denominada **Grupo Cañasgordas**, a la cual se le ha asignado una edad predominantemente Cretácea; sedimentos marinos Terciarios que conforman la cuenca del valle del río Atrato y un cuerpo intrusivo Terciario de gran extensión denominado batolito de Mandé.

El grupo Cañasgordas en su parte volcánica está conformado por un conjunto de rocas volcánicas básicas marinas incluyendo diabasas, basaltos, brechas, tobas y aglomerados,

mientras que la parte sedimentaria está constituida principalmente de arcillolitas, grawacas, limolitas, calizas y liditas (Alvarez y González, 1978). Según Gómez (1984), la unidad sedimentaria Terciaria es considerada de origen marino y puede ser dividida en: **Formación Suruco** de edad Paleoceno-Eoceno, conteniendo lutitas silíceas, arcillolitas, areniscas calcáreas, arcillolitas calcáreas, margas, areniscas tobáceas, aglomeráticas, calizas; y la **Formación Uva**, de edad Oligoceno, conformada por conglomerados, areniscas calcáreas, arcillolitas calcáreas, margas y areniscas tobáceas. El Batolito de Mandé de edad Eoceno-Mioceno (Gobel y Stibane, 1979; Botero, 1975) es del tipo diorita-cuarzodiorita.

Localmente, en el área de estudio, se encontraron rocas volcánicas de composición intermedia y rocas volcano-sedimentarias con algunas particularidades que difieren de las unidades antes descritas. La unidad volcánica está conformada por andesitas-latitas, tobas, traquitas, aglomerados y brechas volcánicas. Es un volcanismo de tipo intermedio cuya edad es incierta (muy probablemente del Terciario Inferior) y no parece correlacionar con las rocas volcánicas Cretáceas del Cañasgordas.

Las andesitas-latitas aflorando son rocas de textura porfídica, presentan hornblenda, clorita, calcita, epidota y piritita diseminada. Típicamente tienen una intensa alteración propilitica, fílica y clorítica. Las tobas afloran en menor extensión se presentan bien estratificadas y con gradación en tamaño de grano desde fino (1 mm) en la base a grueso (5 cms.) en la parte superior. Normalmente tienen una tendencia general N25°W, buzando 22°SW. Hay además pequeños cuerpos de traquita con una típica estructura de flujo. Brechas y aglomerados con fragmentos de andesita y traquita están

suprayaciendo las tobas y en contacto fallado con las andesitas; como ellas, tienen una alteración clorítica.

MINERALIZACIONES

En el área se han encontrado cuatro vetas principales y algunas secundarias denominadas Progreso (la más importante), Jota, Capotero, Canales y Caimán. Estas vetas contienen pirita, esfalerita, galena y calcopirita con cuarzo como los minerales hipogénicos dominantes; malaquita, bornita, covelina y calcosina se encuentran como minerales secundarios.

La veta progreso es la mineralización más importante en el área. Está localizada en la parte central del área encajada en andesita y traquita con una tendencia general N25°-30°W, buzando 55-65° NE. Esta veta se caracteriza por un intenso brechamiento hacia su interior con bloques de brecha volcánica, andesita y traquita hasta de 1.5 mts. de diámetro, los cuales son rodeados y cementados por sulfuros masivos bandeados (Ortiz et al. 1990). Numerosas venillas de cuarzo y sulfuros atraviesan los bloques y fragmentos de roca volcánica, roca que se presentan con una intensa alteración clorítica y abundantes sulfuros diseminados. La asociación mineralógica dominante es pirita, esfalerita, galena, calcopirita y oro (electrum) junto con cuarzo dominante y esporádicamente clorita, baritina y actinolita.

PROSPECCION GEOQUIMICA

Sedimentos Activos Finos.

El muestreo de los sedimentos activos finos abarcó un área aproximada de 9 Kms² de una zona drenada por algunos

afluentes de los ríos Cantugadó y Cantugadocito (Fig. 3). Las 55 muestras tomadas fueron analizadas para Cu, Pb y Zn, tomándose para este fin la fracción malla -80.

Resultados de los análisis químicos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis químicos, para Cu el contenido mínimo que se detectó fué de 59 ppm y el máximo de 202 ppm, siendo el rango para el mayor número de muestras entre 100 y 200 ppm; para el Pb el contenido mínimo es de 4 ppm y un máximo de 154 ppm con la mayoría de sus valores menores a 50 ppm; y para el Zn se tiene un valor mínimo de 76 ppm y un máximo de 321 ppm con más del 50% de los datos entre 100 y 200 ppm.

Análisis y distribución de valores de los elementos Cu, Pb y Zn por el método de Lepeltier.

Cada uno de los elementos Cu, Pb y Zn se analizaron gráfica y matemáticamente siguiendo el método de Lepeltier (1969). La figura 4 muestra la curvas de frecuencia acumulada obtenidas para los mencionados elementos. De ella se puede observar lo siguiente: en el caso del Cu se obtiene una línea de distribución de los datos lognormal, con un valor de fondo (b) de 117 ppm y un valor umbral (t) de 200 ppm; para el Pb se presentan varias poblaciones con quiebre "positivos" (a nivel del 58 % y 12 %) lo que implica un exceso de valores "altos" dentro de la población total. Para este elemento se obtuvo un valor de fondo (b) de 15 ppm y un valor umbral (t) de 37 ppm. El Zn presenta dos poblaciones marcadas por un quiebre "positivo" a nivel del 75%, en este caso no hay exceso de valores "altos" debido a que están por debajo del valor de fondo. Para el Zn el valor de fondo (b) es de 140 ppm y su valor umbral (t) de 420 ppm no es un valor real.

El las figuras 5, 6 y 7 se aprecia la distribución areal de los contenidos de Cu, Pb y Zn respectivamente. Al comparar esta distribución se observa que los valores "altos" en Pb no coinciden con los valores "altos" de Cu o de Zn, la razón para este comportamiento se puede atribuir a la diferente movilidad geoquímica de los elementos. Del análisis de la distribución de los valores encontrados y el estudio estadístico se concluye que ni el Cu, ni el Zn presentan valores anómalos que permitan inicialmente identificar sitios de interés para determinar la posible existencia de mineralizaciones. Por el contrario el Pb si muestra varios sitios con valores anómalos concentrados en la desembocadura del río Cantugadocito al Cantugadó que pueden ser de gran interés.

Distribución de valores obtenidos para los elementos Cu, Pb y Zn por el metodo del promedio móvil.

El mapa de promedio móvil para Cu (Fig. 8) indica que este elemento se presenta ampliamente distribuido, sin definir zonas dentro de rangos variables que lleven hacia un área específica, implicando con ello una gran movilidad geoquímica y restringiendo su utilidad para señalar áreas anómalas. El Pb (Fig. 9) muestra: una dispersión amplia por debajo de los 20 ppm, localizada principalmente hacia el extremo sur y este del area; una zona central anómala comprendida entre los 20 y 40 ppm que contiene la casi totalidad de sus valores más altos; y zonas de mayor concentración, superiores a los 40 ppm, localizadas hacia el extremo norte-oeste. La menor movilidad del Pb en este caso permite demarcar áreas de distinta concentración que pueden ser utiles para detectar zonas mineralizadas.

El Zn (Fig. 10), como ocurre con el Cu, se presenta con una amplia distribución en el rango de 130 ppm a 200 ppm, pero

tiene una zona que encierra áreas de mayor concentración (200-400 ppm) lo cual teóricamente define una área anómalas, sin embargo, esta zona no tiene una relación directa a las mineralizaciones conocidas del área. Este elemento se podrá tener en cuenta en un futuro, y tal vez es prudente dar un compás de espera hasta que una exploración posterior permita comprobar o rechazar su utilidad como elemento indicador.

Hay que recalcar que la distribución y comportamiento geoquímico de los elementos Cu, Pb, Zn está sujeta a las relaciones que existen entre ellos y las condiciones externas (clima, topografía, litología, pH, presencia de mineralizaciones, etc), imperantes en la región. En nuestro caso, el área de estudio está sujeta a condiciones de alta temperatura y constantes e intensas lluvias, una fuerte meteorización de las rocas, pHs variables entre 4-8 en las corrientes que llevan los sedimentos activos y pendientes mayores de 35 que conllevan a un mayor desplazamiento de los minerales que contienen el Cu, Pb y Zn en los canales de las quebradas que drenan el area. En consecuencia hay seguramente una mayor movilidad de Cu y Zn, mientras que ésta sería baja para el Pb. Los valores de fondo de Cu y Zn (115 y 140 ppm) para los sedimentos generados en el área, inducen a pensar que están relacionados a minerales presentes en las mineralizaciones de la zona, como calcopirita, pirita y esfalerita .

El Pb con una movilidad intermedia a baja parece ser el elemento más aconsejable para marcar las anomalías ya que las determinadas están aparentemente corroboradas por la presencia de algunos afloramientos mineralizados encontrados durante la cartografía geológica. Parece ser el único elemento útil (de los analizados) en razón de su menor dispersión y movilidad geoquímica, es por lo tanto un

elemento que se debe tener en cuenta en futuras exploraciones geoquímicas.

Si tal suposición es correcta otro elemento importante como indicador para detectar dichas mineralizaciones sería el Au (aunque no fue analizado) ya que es relativamente inmóvil. En este caso sería fundamental obtener mejor concentrados en batea ya que permitiría usar una muestra con contenidos apropiados para su límite de detección en el laboratorio.

Aunque no se presentan los resultados del método de análisis factorial, de acuerdo a los resultados obtenidos y su estudio no se encontró una asociación geoquímica entre los elementos anteriormente mencionados.

Suelos

El muestreo de suelos abarcó aproximadamente unos 800 Mts al sur de la llamada veta progreso. Para este muestreo se establecieron dos líneas geoquímicas base (X, Y), tratando de seguir la traza teórica de la veta progreso en superficie, y líneas perpendiculares a ella, de menor longitud a intervalos de 100 mts (Fig. 11). Sobre las líneas de menor longitud se tomaron muestras separadas entre sí 25 mts. En total 85 muestras recuperadas fueron analizadas por absorción atómica para Cu, Pb, Zn y por copelación para Au. El horizonte muestreado fue el B dado que se presentó con el mejor desarrollo, generalmente es éste el horizonte de mejor acumulación para los elementos escogidos. Hay que anotar que en algunos sitios no se tomaron muestras debido a la presencia de material coluvial, aluvial y posibles contaminaciones.

Características de los suelos.

Los suelos en su mayoría son derivados de rocas volcánicas principalmente andesita y aglomerados. Son suelos desarrollados bajo condiciones tropicales húmedas sometidos a una intensa lixiviación, de baja capacidad de intercambio de las arcillas y de poca percolación de agua principalmente donde el terreno es inclinado. Son de color pardo amarillento, poco desarrollados y bajo contenido de materia orgánica debido a las condiciones oxidantes imperantes en la región.

Resultados de los análisis químicos.

Los valores mínimos y máximos obtenidos para los elementos Cu, Pb, Zn y Au son respectivamente los siguientes: 8 y 2370 ppm; 2 y 188 ppm; 5 y 259 ppm; 0.05 y 10 ppm. Más del 50% de los valores para el Cu están en un rango entre 8 y 100 ppm; para el Pb el 86% de los datos varía de 2 a 50 ppm; para el Zn la mayoría de los resultados están entre 5 y 100 ppm y para el Au el 50% de los datos están por debajo de 0.005 ppm, con 28 datos que están por debajo del límite de detección (-0.005 ppm).

Análisis y distribución de los valores obtenidos para los elementos Cu, Pb, Zn y Au por el método de Lepeltier.

De las respectivas curvas de frecuencia acumulada para dichos elementos, se obtuvo: para el Cu un valor de fondo (b) de 90 ppm y un valor umbral (t) de 370 ppm; para el Zn un valor de fondo (b) de 40 ppm y un valor umbral (t) de 200 ppm; el Au tiene el valor de fondo (b) menor a 0.02 ppm y el valor umbral (t) en 0.2 ppm; y para el Pb un valor b = 20 ppm y un t = 50 ppm.

En las figuras 12, 13, 14, y 15 se pueden apreciar los mapas de distribución de valores para dichos elementos. De estas figuras se puede evidenciar lo siguiente: los valores anómalos de cada uno de los elementos determinados, a excepción del Zn, coinciden para una zona localizada hacia la parte norte. Esto podría indicar, en una primera aproximación, la posible continuación de la veta progreso.

Además, hay coincidencia en el extremo sur-este en los valores anómalos del Pb y el Zn lo cual parece demarcar una nueva área de interés.

Distribución de los valores obtenidos para los elementos Cu, Pb, Zn y Au por el método de promedio móvil.

El Cu (Fig. 16) muestra una gran dispersión entre los 80 y 160 ppm, rango dentro del cual se encuentra delimitada la mayor parte del área. Sin embargo, en la parte norte hay pequeñas zonas con valores superiores a las 320 ppm, una concentración a partir del cual se demarcan áreas anómalas que eventualmente indican la posible presencia de centros mineralizados.

El Pb (Fig. 17) muestra en la mayor parte del área una concentración inferior a los 30 ppm. Se aprecia además que ciertas áreas anómalas coinciden con las anomalías de Cu y Au localizadas en la parte norte. También se encontraron áreas anómalas hacia el sector sur-este. El Zn (Fig. 18) se presenta ampliamente distribuido en concentraciones inferiores a 160 ppm lo que indica una gran dispersión del elemento producto de su moderada movilidad. Para este elemento se demarca una zona anómala situada en el extremo sur-este.

El Au (Fig. 19) tiene una amplia distribución por debajo de los 0.2 ppm y zonas anómalas hacia la parte norte (coincide con la de Cu y Pb) y otra un poco más hacia el sector sur-este de la anterior.

En resumen, con las consideraciones anteriores se puede establecer la existencia de una anomalía localizada en el extremo norte del área, señalada por los elementos Cu, Pb y Au, que se podría correlacionar con una posible continuación de la veta Progreso. Otra zona importante estaría dada por la posible coincidencia de las anomalías de Au, Pb y el Zn en el extremo sur-este .

Los elementos Cu y Zn presentan una amplia distribución de sus valores y a la vez un comportamiento geoquímico similar, son elementos de movilidad moderada (bajo potencial iónico), con poca retención en los horizontes superficiales del suelo. El Pb y Au presentan una movilidad intermedia a baja; usualmente se acumulan en mayores concentraciones en los horizontes más profundos, debido entre otros factores a la existencia de una vegetación espesa y de raíces profundas que permiten una mayor retención. El análisis factorial arrojó una afinidad geoquímica entre los elementos Pb Au.

Las diferentes anomalías de Cu, Pb y Au que parecen señalar la posible continuación de la veta progreso deberán ser corroboradas mediante trabajos exploratorios posteriores como trincheras o apiques.

CONCLUSIONES

Ya se han venido entregando los resultados más importantes de este estudio, en síntesis:

En los sedimentos activos finos estudiados, sólo el Pb parece servir como indicador de las mineralizaciones, éstas son corroboradas por la presencia de algunos afloramientos mineralizados encontrados en el área.

El Plomo, conjuntamente con el Au, parecen ser en el caso de sedimentos activos los elementos más aconsejables para su uso como indicadores en trabajos de prospección geoquímica detallada, se recomienda para el uso del oro la toma de concentrados en batea.

Las anomalías de Plomo y Zinc en los suelos parecen delimitar mineralizaciones de la llamada veta Progreso. Aunque se conocen sólo algunos afloramientos y aún no ha sido explorada a profundidad, el resultado de los estudios geoquímicos son un buen argumento para realizar trabajos de exploración subterránea futura.

BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, E y GONZALEZ, H., 1978. Geología y Geoquímica del cuadrángulo I-7, Urrao. Ingeominas, Medellín, Informe Inédito: 347 p.

BOTERO, G., 1975. Edades radiométricas de algunos plutones colombianos. Minería, Medellín. 27, (169-170): 8336-8342.

- DELGADO, C.I., 1953. Informe técnico sobre la región de la Equis corregimiento de Tutunendo, Chocó. Informe 913, Ministerio de Minas y Petróleos, Serv. Geol. Nal., Bogotá: 6p.
- GOBEL, V., and STIBANE, F., 1979. Edades K/Ar en Hornblendas de plutones tonalíticos de la Cordillera Occidental, Colombia. Pub. Esp. Geología, Facultad de Ciencias, Medellín, (8): 1p.
- GOMEZ, J.A., 1984. Cuencas Sedimentarias, campos petrolíferos y de gas en Colombia, Departamento de geología, UIS. Bucaramanga, Colombia: 189-197.
- LEPELTIER, C., 1969. A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Econ. Geol., 64, (1): 538-550.
- OCHOA, A. y MOLINA, L.E., 1984. Estudio Metalogenético de la mina La X (Chocó). Trabajo de grado, Fac. de Minas, Univ. Nal., Medellín: 102 p.
- ORREGO, H y CARRASQUILLA, N., 1985. Geoquímica de las mineralizaciones vetiformes en la región de La X, Tutunendo (Chocó). Trabajo de Grado, Fac. de Minas, Univ. Nal. Medellín: 146 p.
- ORTIZ, F., OCHOA, A. y MOLINA, L. E., 1990. Estudio Geológico de un Yacimiento de Pb-Zn en el paraje La X (Chocó). Bol. de Geología. UIS, Bucaramanga. 19, (34): 68-97.
- WOKITEL, R., 1958. Geología Económica del Chocó, Informe 1275, Ministerio de Minas y Petróleos. Servicio Geol. Nal., Bogotá: 43 p.

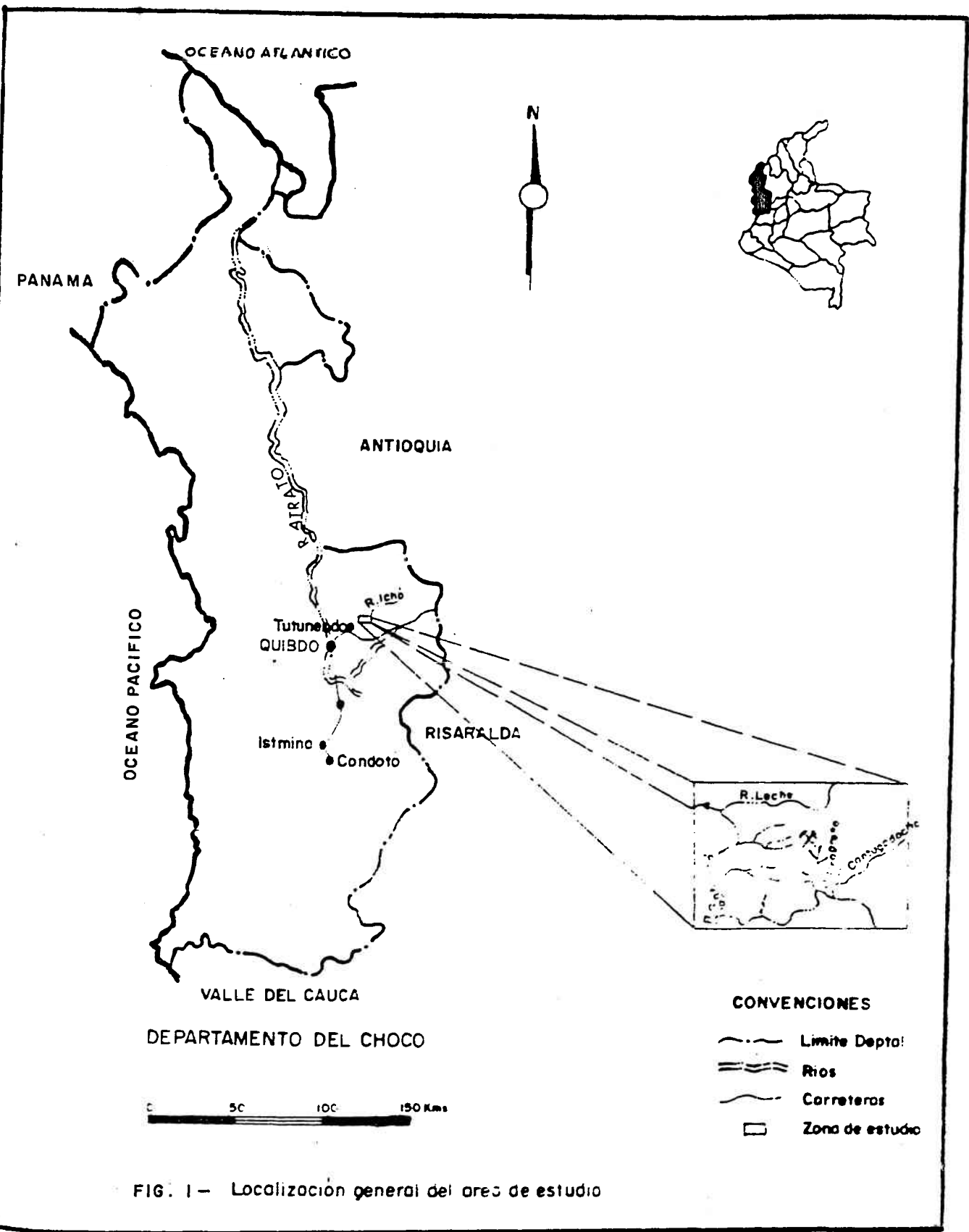


FIG. 1- Localización general del área de estudio

FIG. 1. Localización general del área de estudio.

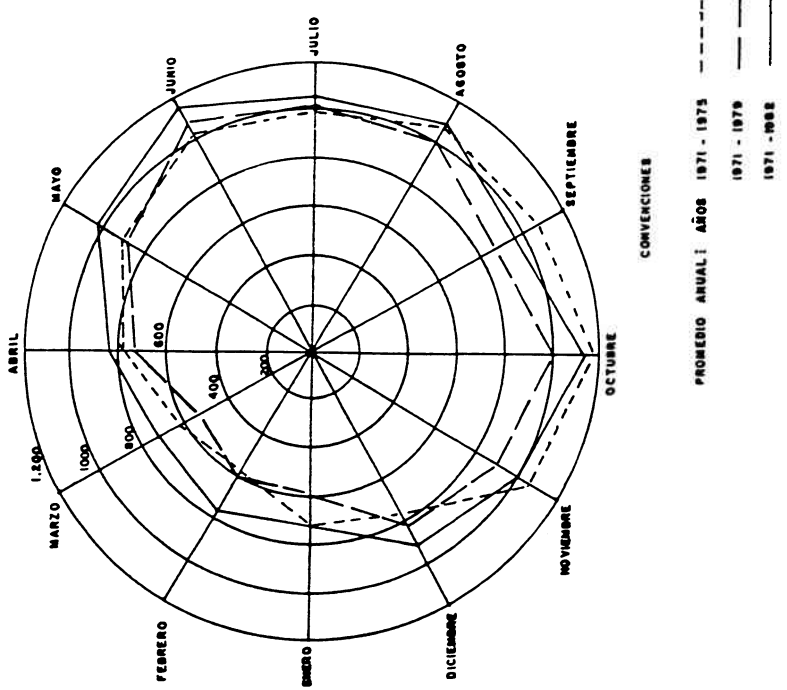


FIG. 2. Gráfico mensual de lluvias en mm, con base en la información suministrada por el HIMAT. Estación Meteorológica: Tutunendo; Tutunendo, Chocó. Lat. X: 5 46' N Long. Y: 76 35' W

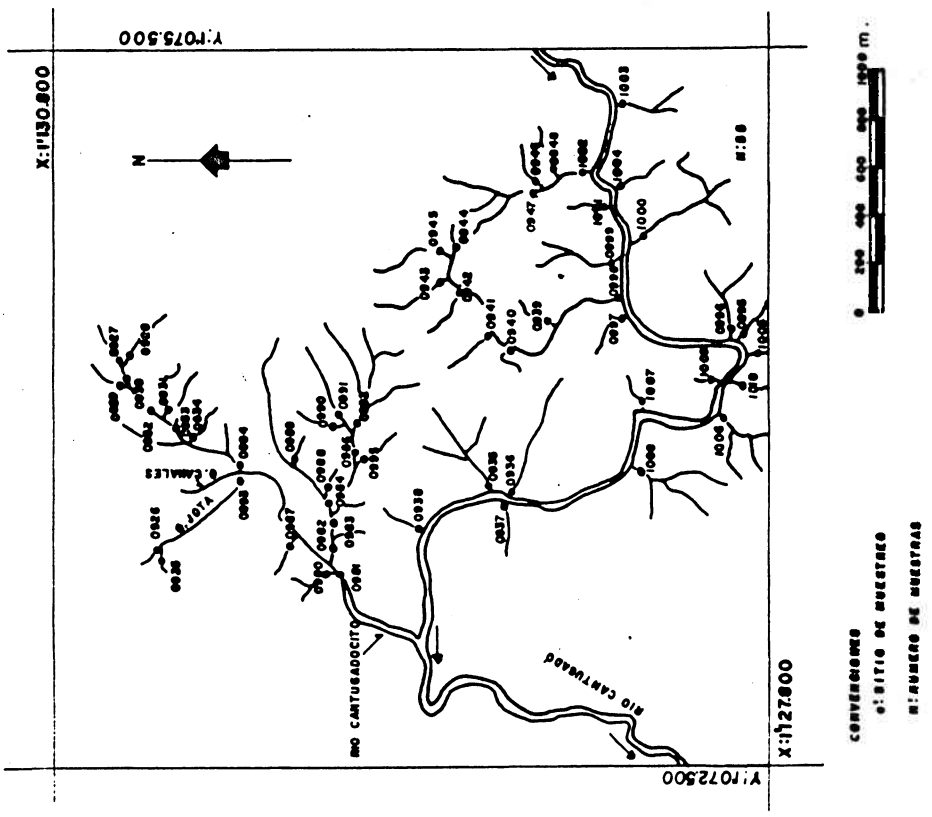
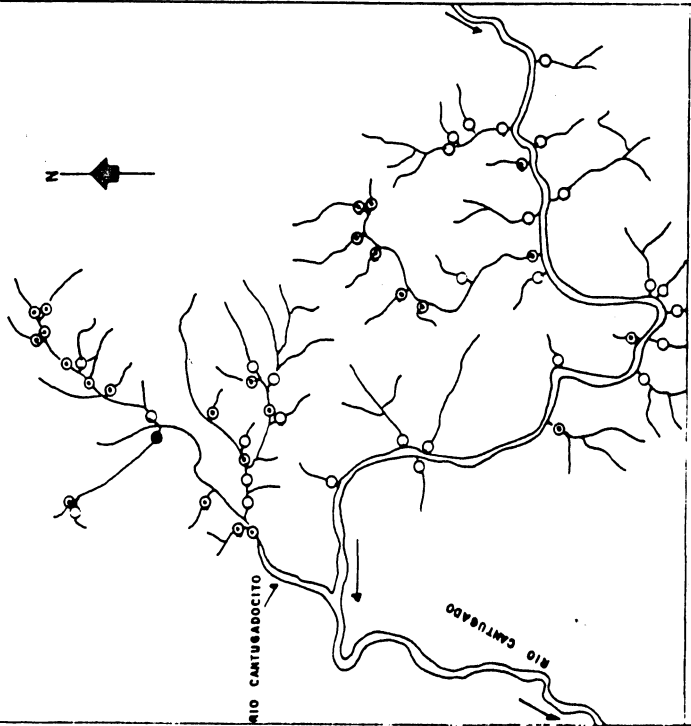


FIG. 3. Localización de muestras de sedimentos activos finos



CONVENCIONES
 RANGO (PPM)
 ⊗ 7200
 ⊕ 119 ± OR 200
 ⊙ 4115

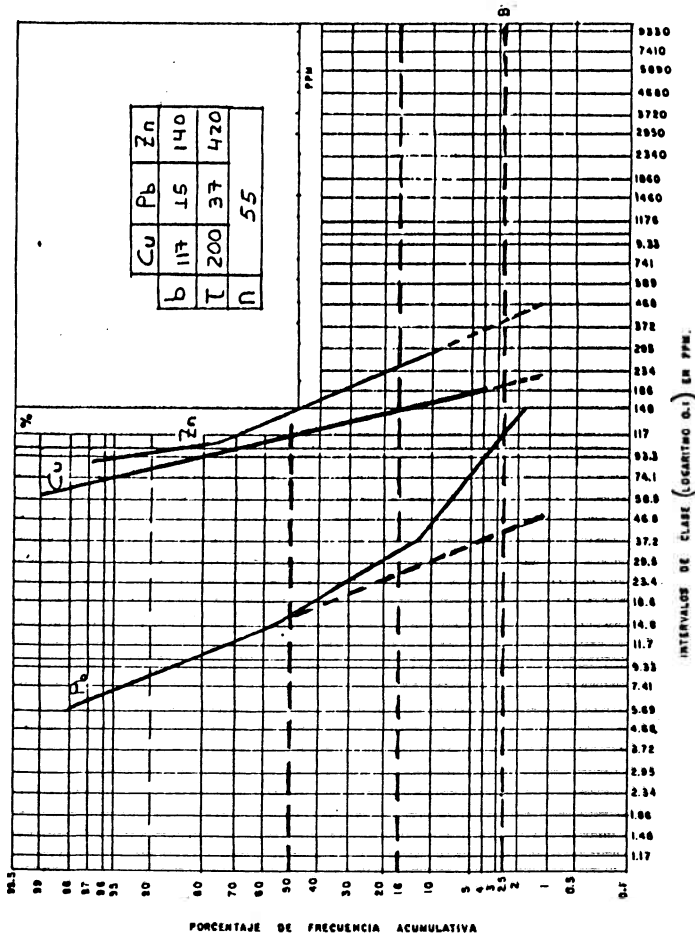


FIG. 4. Distribución de frecuencias para Cu, Pb y Zn en sedimentos activos: B, Acumulativa.

FIG. 5. Distribución de valores para Cu en sedimentos activos finos. Método de Lepeltier.

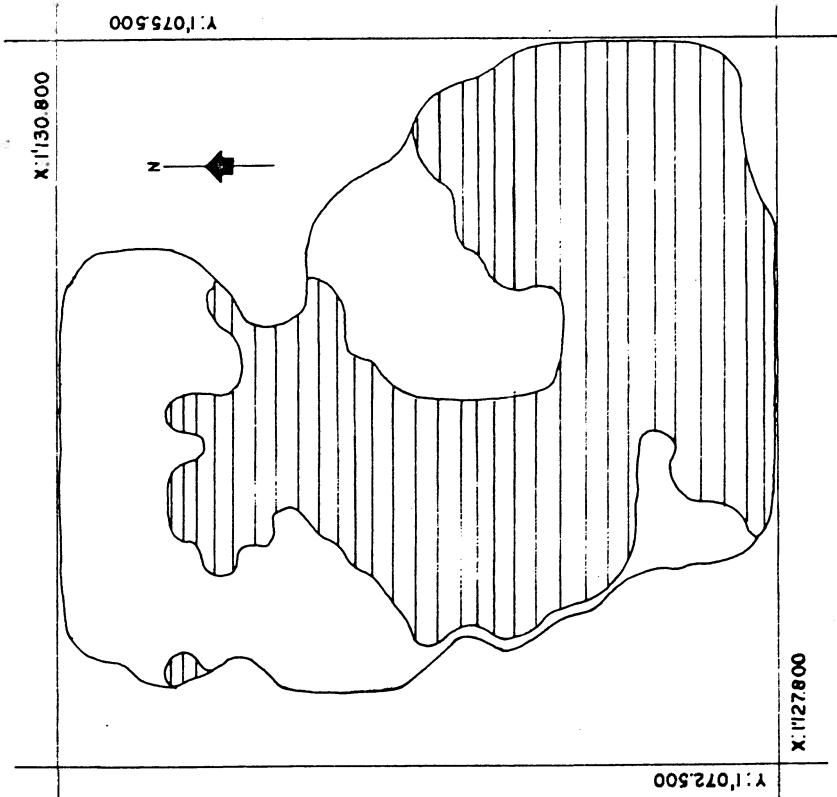


FIG. 8. Mapa de distribución de valores para Cu en sedimentos activos finos. Método de promedio móvil.

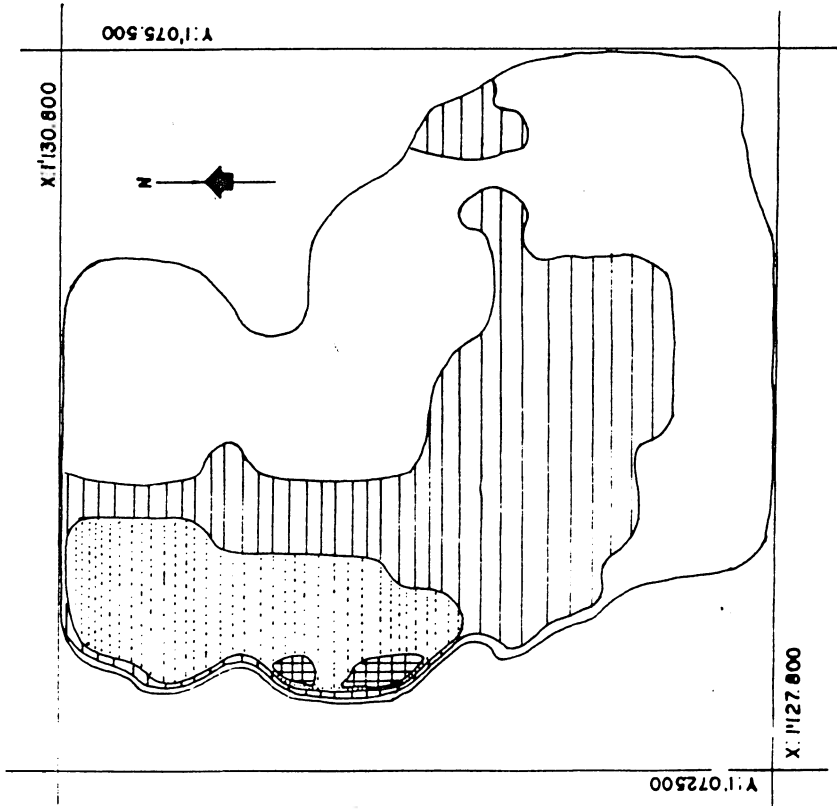


FIG. 9. Mapa de distribución de valores para Pb en sedimentos activos finos. Método de promedio móvil.

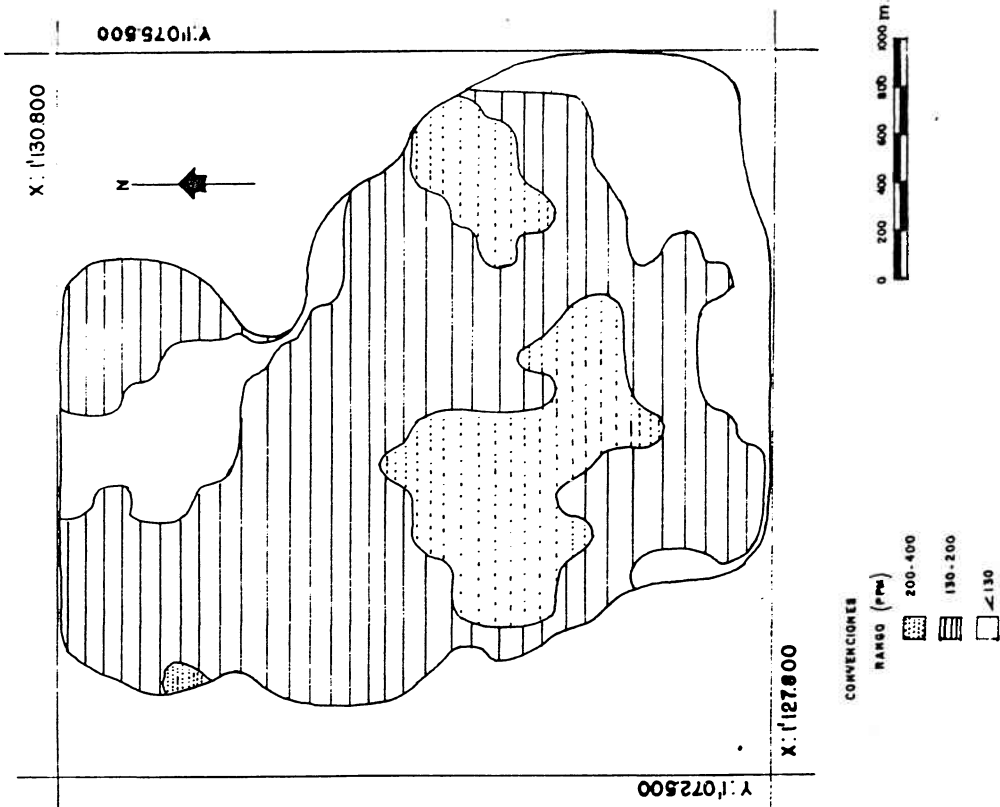


FIG. 10. Mapa de distribución de valores para Zn en sedimentos activos finos. Método de promedio móvil.

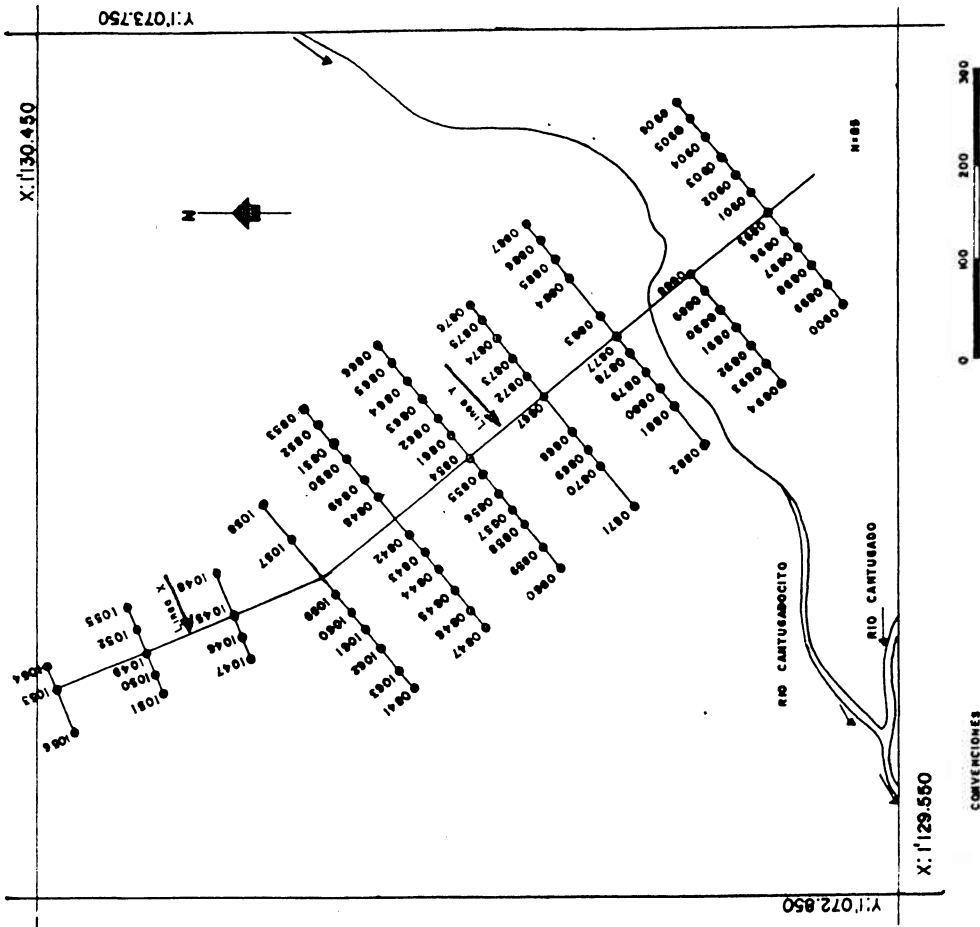


FIG. 11. Localización de muestras de suelo.

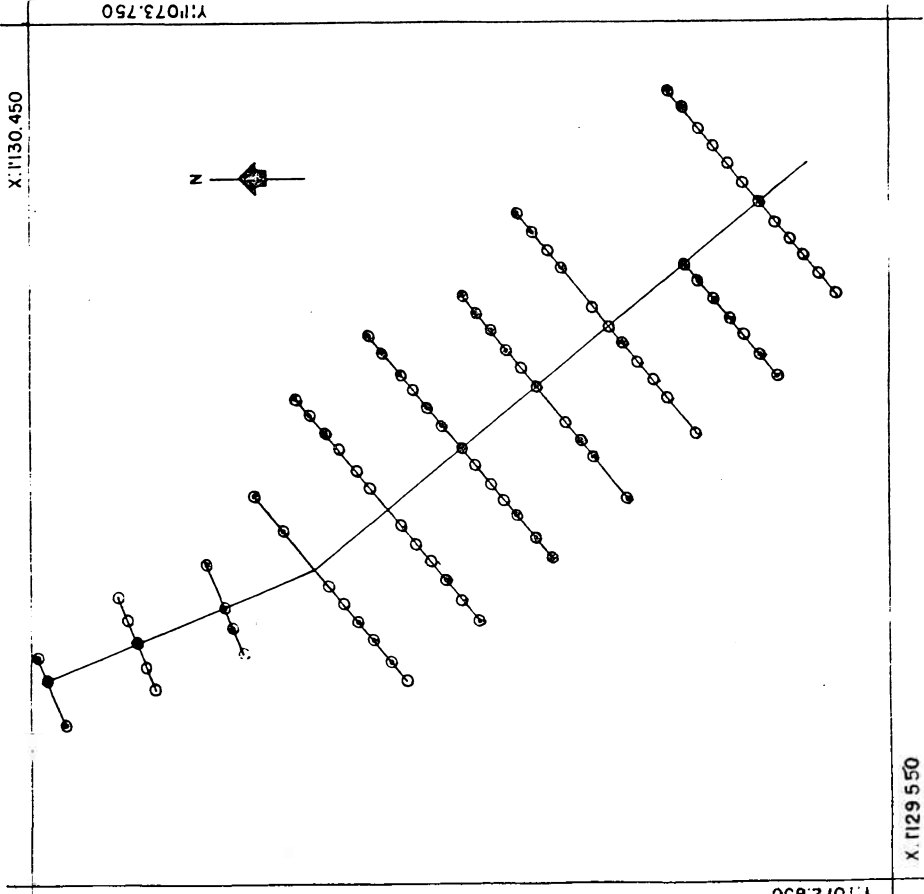


FIG. 13. Distribución de valores para Pb en suelos. Método de Lepeltier.

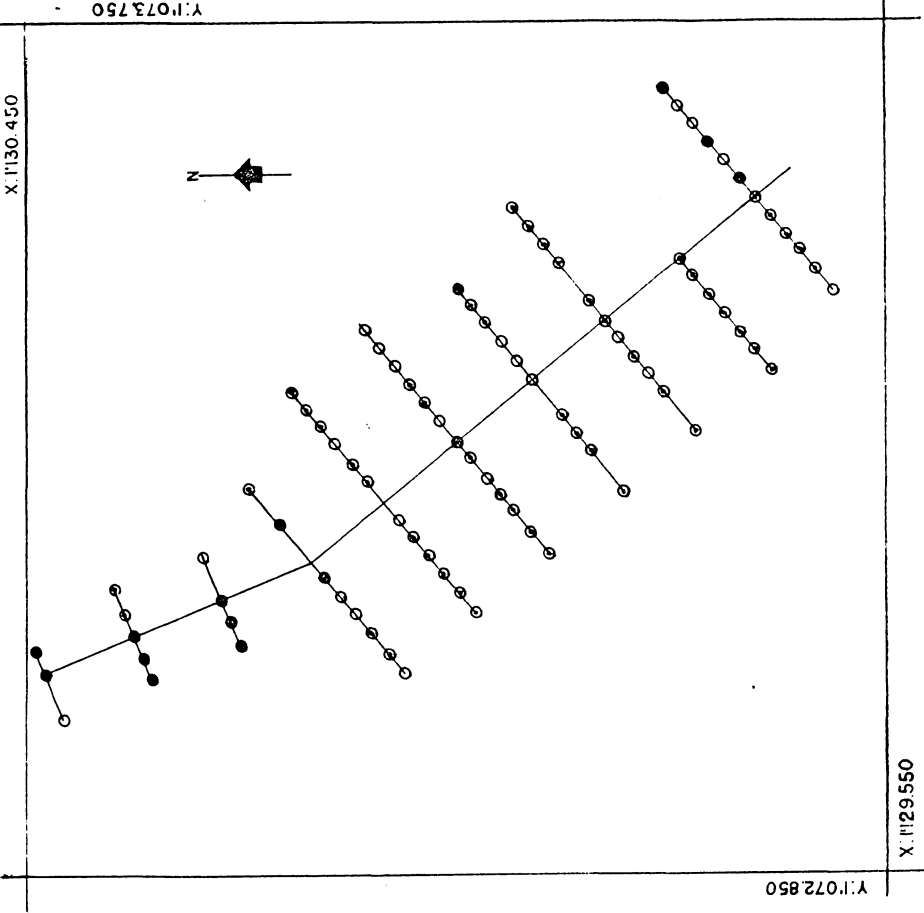


FIG. 12. Distribución de valores para Cu en suelos. Método de Lepeltier.

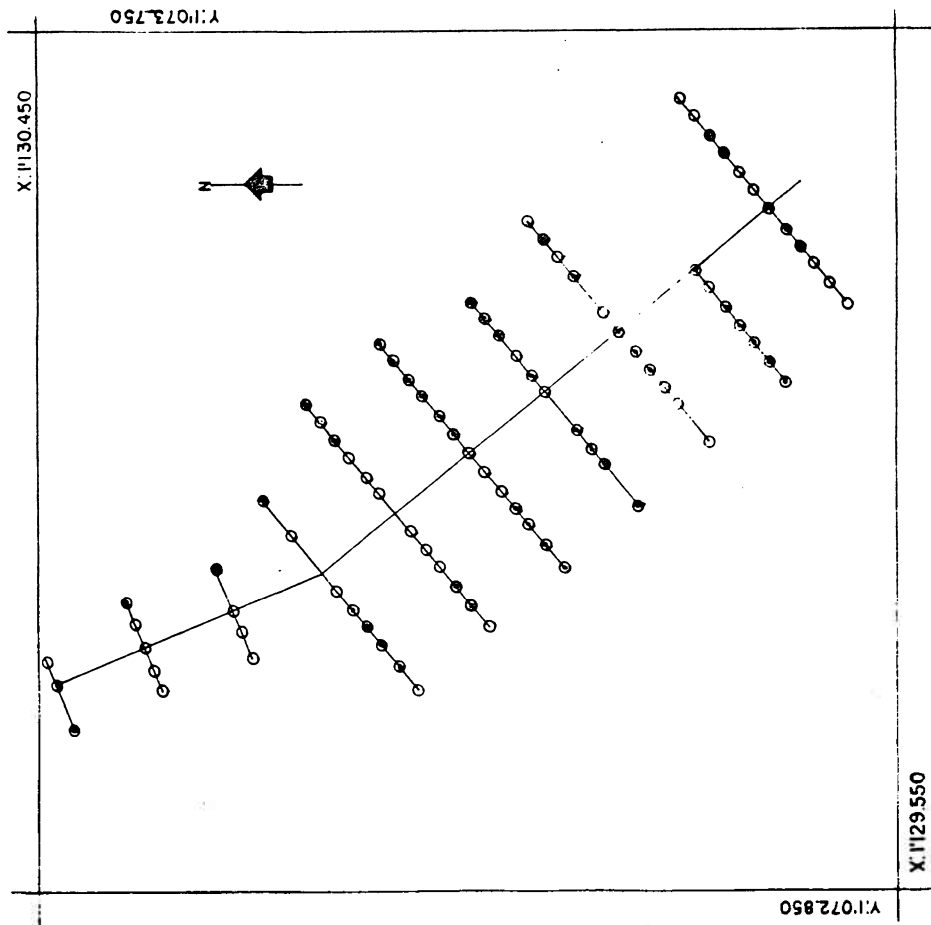


FIG. 14. Distribución de valores para Zn en suelos. Método de Lepeltier.

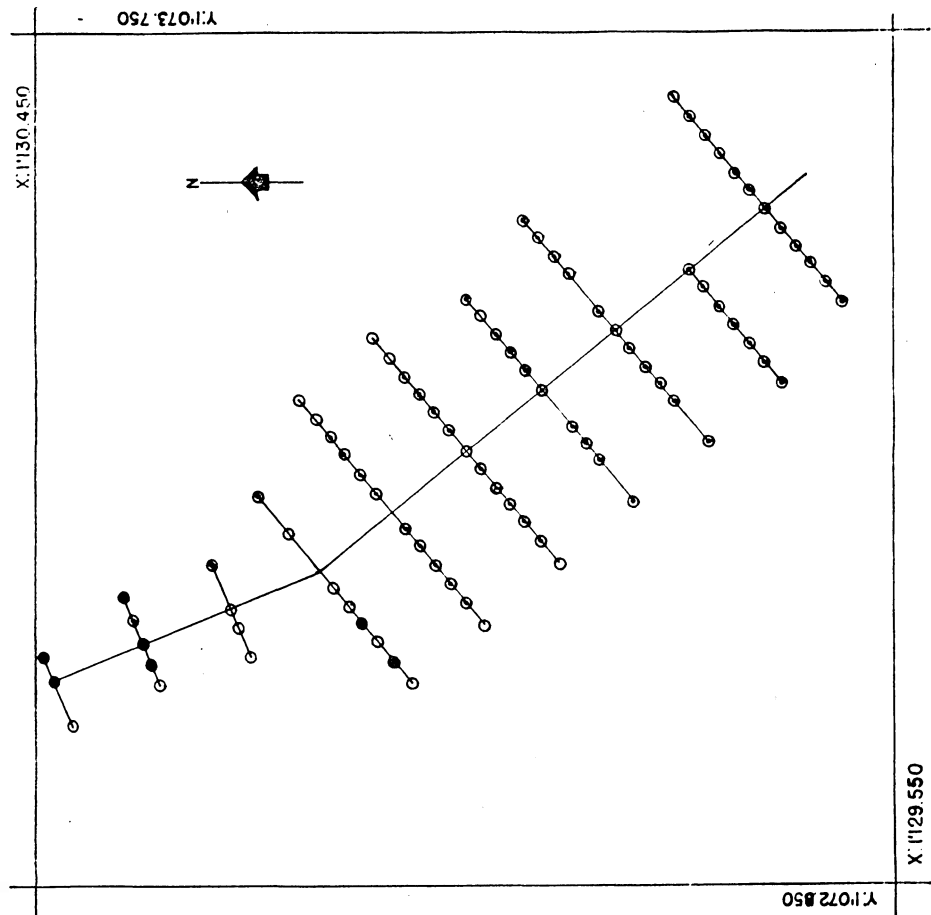


FIG. 15. Distribución de valores para Au en suelos. Método de Lepeltier.

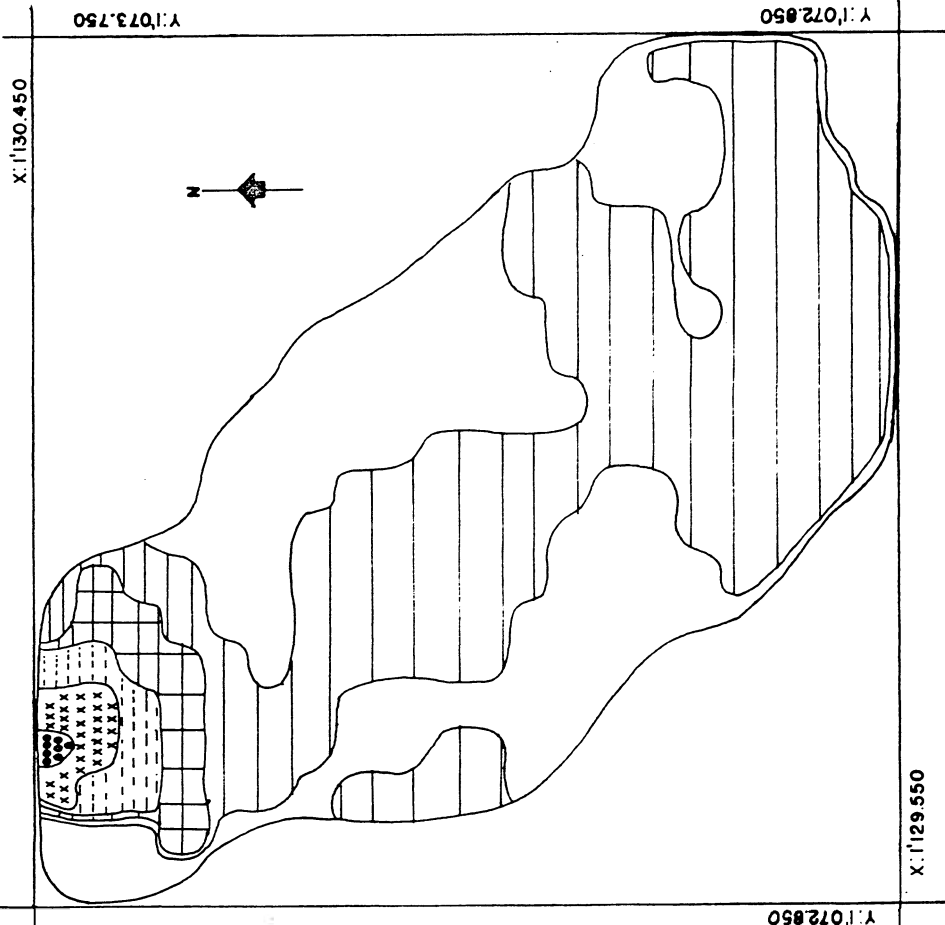


FIG. 16. Mapa de distribución de valores para Cu en Suelos. Método de promedio móvil.

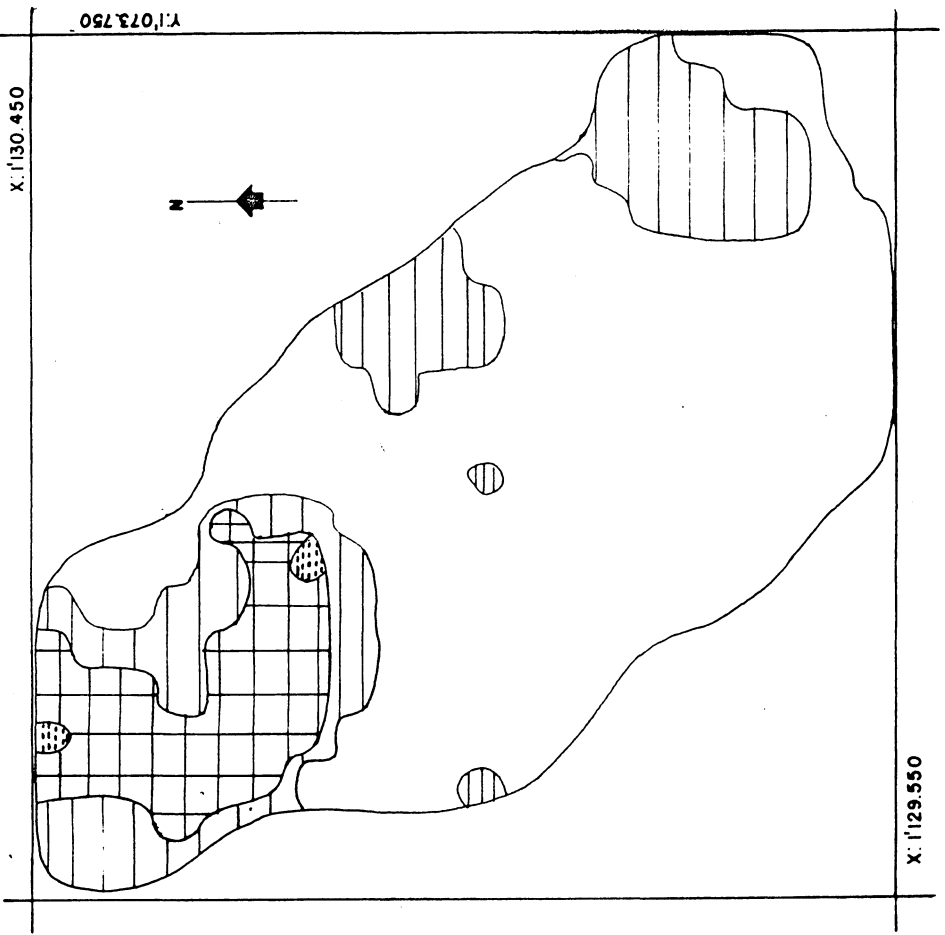


FIG. 17. Mapa de distribución de valores para Pb en Suelos. Método de promedio móvil.

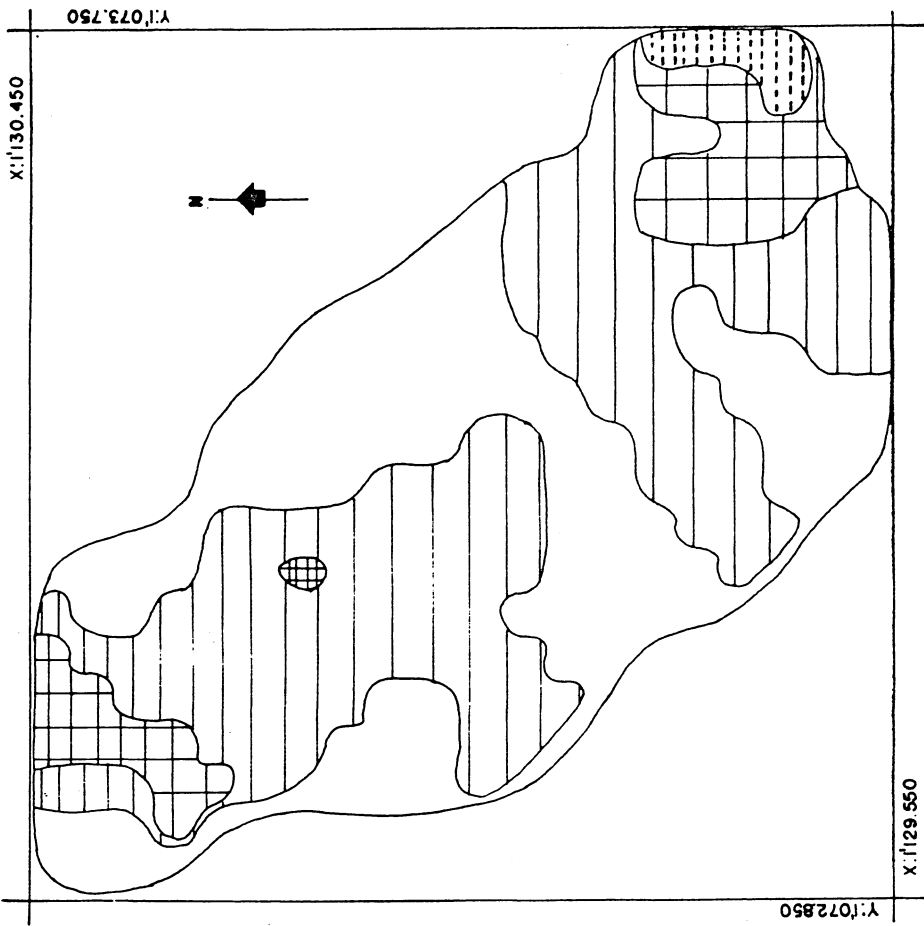


FIG. 18. Mapa de distribución de valores para Zn en Suelos. Método de promedio móvil.

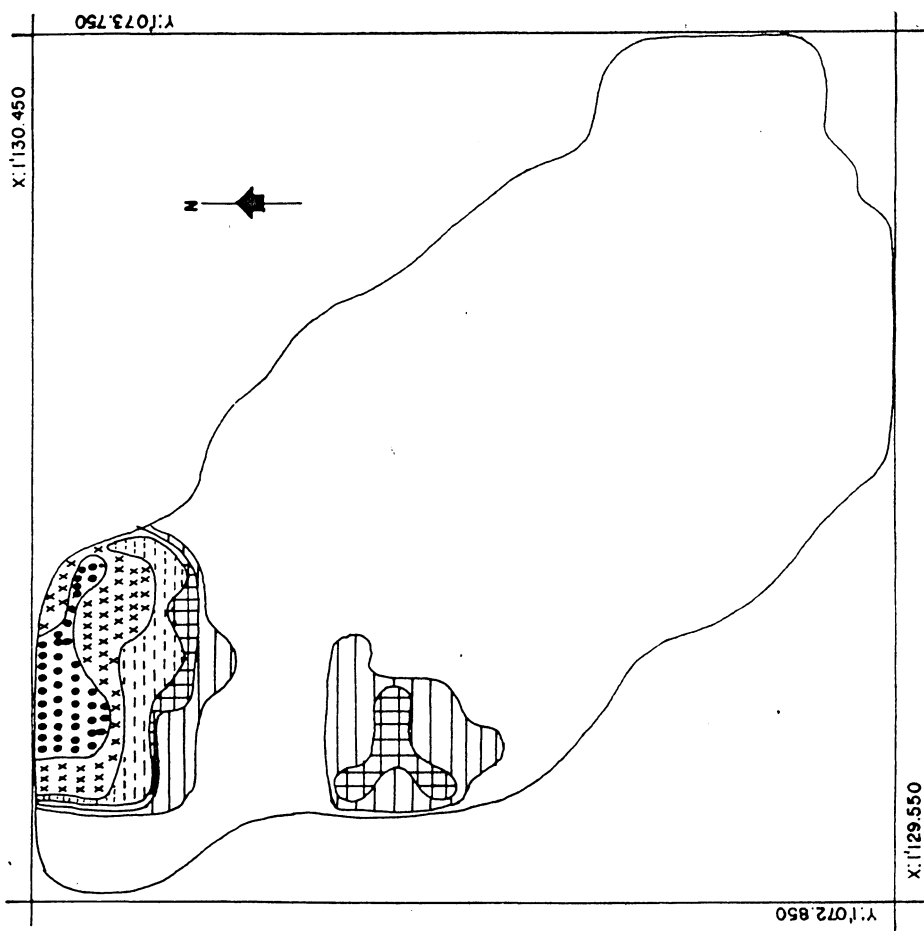


FIG. 19. Mapa de distribución de valores para Au en Suelos. Método de promedio móvil.