

207 31-A



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**RECONOCIMIENTO GEOQUIMICO EN LA ROCA ENCAJONANTE  
DE LA VETA "LAS VIRGENES". SULTEPEC, EDO.  
DE MEXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A N  
AGUSTIN RODRIGUEZ SANTOS  
NESTOR JONGUITUD ROBLES

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	PAGINA	
I	INTRODUCCION	
	I.1.- Objetivo	1
	I.2.- Metodología General	3
II	GENERALIDADES	10
	II.1.- Localización y Vías de Comunicación	10
	II.2.- Clima y Vegetación	10
	II.3.- Fisiografía	12
	II.3.1. Ubicación Fisiográfica	12
	II.3.2. Geomorfología	12
III	GEOLOGIA	15
	III.1.- Descripción de la veta "Las Vírgenes"	19
IV	GEOQUIMICA	23
	IV.1.- Principios básicos del Estudio Geoquími- co.	23
	IV.2.- Principios básicos de Absorción Atómica	25
	IV.3.- Metodología de Laboratorio	28
	IV.3.1. Preparación	28
	IV.3.2. Ataque Químico	28
	IV.3.3. Determinación de los valores de concentración de las muestras	32
	IV.4.- Análisis Estadístico	43
	IV.4.1. Corrección de Valores Geoquími- cos.	43
	IV.4.2. Tratamiento Estadístico de los Valores obtenidos	54
V	CONCLUSIONES	59
VI	REFERENCIAS	63

-	ANEXO (A) Petrografia	65
-	ANEXO (B) Programa de calculadora y resultados de r,b,m.	71
-	ANEXO (C) Gráficas de las rectas de ajuste	76
-	ANEXO (D) Gráficas para la obtención del Background y Threshold y resultados	88
-	ANEXO (E) Gráficas de la variación de concentración (p.p.m.) por línea de sección.	100
-	ANEXO (F) Resultados del análisis de varianza	116

# I L U S T R A C I O N E S

		PAGINA
FIGURA No. 1	Plano de ubicación del área de muestreo.	2
FIGURA No. 2	Distribución de los puntos de muestro alrededor de la veta.	6
FIGURA No. 3	Excavación de 1.60m de profundidad.	9
FIGURA No. 4	Plano de vías de acceso al poblado de Sultepec, Edo. de México.	11
FIGURA No. 5	Mostrando el relieve del área de estudio.	13
FIGURA No. 6	Mostrando el aspecto morfológico de la región donde se encuentra el área de trabajo	14
FIGURA No. 7	Muestra la alternancia de mármoles y pizarras predominando las pizarras, las cuales tienen un espesor de 0.5cm a 3 cm - - aproximadamente	18
FIGURA No. 8	Se observa el echado de las estructura, así como uno de los rebajes sobre esta.	21
FIGURA No. 9	Se observa el crestón de la estructura, cortando las lomas -- perpendicularmente.	22
FIGURA No. 10	Proceso de la Absorción Atómica	25
FIGURA No. 11	Diagrama del aparato de Absorción Atómica.	27

T A B L A S

PAGINA

TABLA No. 1      Valores en p.p.m. de los análisis realizados en el C.R.M. y en el Instituto de Geología estos últimos leídos en el laboratorio de Investigación Geológica de la Cía. Fresnillo. (C.F.) obteniendo valores por triplicado, duplicado e individuales.

34

TABLA No. 2      Valores corregidos de concentración en p.p.m. de las muestras de roca (MG) para los diferentes elementos analizados, indicando el tipo de roca (T.R.) (+ valores no tomados en cuenta para los cálculos estadísticos).

44

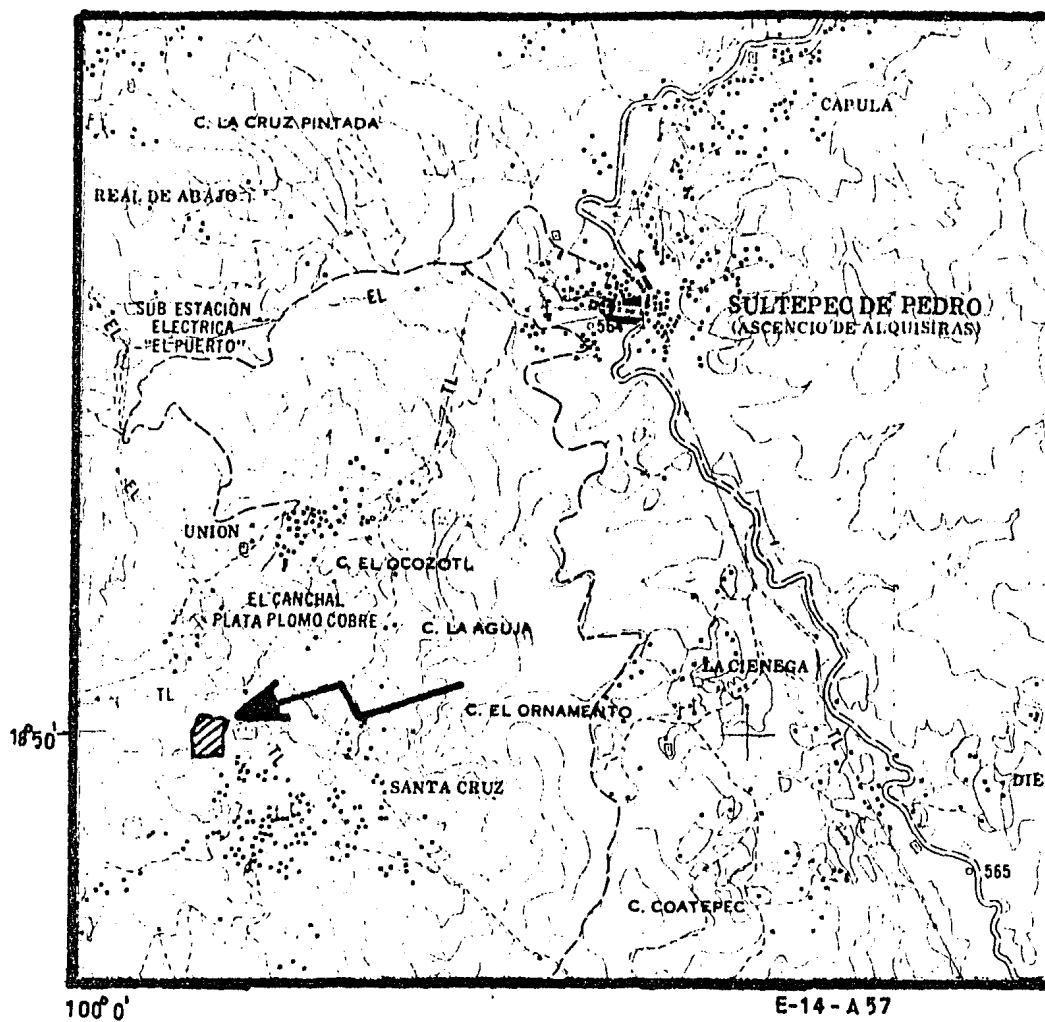
## I.- INTRODUCCION

Dentro de los diferentes métodos de investigación encaminados hacia la búsqueda de cuerpos mineralizados, se encuentra la geoquímica de exploración, la cuál puede realizarse en sedimentos de -- arroyo, suelos, rocas, vegetación, agua y aire. El principio básico de estos métodos, se refiere a las migraciones primarias o secundarias de los elementos químicos, ya sean elementos traza, elementos indicadores, que dependiendo del medio en que se movilizan o migran - primario o secundario - nos indican la existencia o no de un yacimiento mineral, por medio de anomalías geoquímicas.

El estudio que a continuación se presenta, esta enfocado al muestreo de roca también llamado lito-geoquímico.

Este estudio esta compuesto por 3 etapas de trabajo: etapa de campo, etapa de laboratorio y etapa de gabinete, habiéndose culminado esta última con la elaboración de este trabajo.

La zona elegida para este trabajo se encuentra en el Distrito Minero de Sultepec, Estado de México, específicamente en la veta -- "Las Vírgenes" que se encuentra al sur del poblado de la Unión -- perteneciente al mismo Distrito Minero. La ubicación del área de trabajo aparece en el plano topográfico, que se muestra en la Figura No. 1



- FIGURA 1 -

ESCALA 1:50000

SIMBOLOGIA



ZONA DEL MUESTREO.



CARRETERA PAVIMENTADA.

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 20 m.

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANO DE UBICACION DEL AREA DE MUESTREO

TESIS PROFESIONAL

JONGUITUD.R.N. RODRIGUEZ.S.A.



### I.1.- Objetivo.

El objetivo específico de este estudio, es determinar la presencia de halos de dispersión primaria y anomalías geoquímicas de los elementos Pb, Zn, Cu, Mn, Sb, Ag y Cd, alrededor de la veta "Las Vírgenes".

Las razones para haber escogido estos elementos son:

- a) El estudio se realizó en un yacimiento de origen hidrotermal y por esto se escogieron dichos elementos, ya que -- son los elementos comunes asociados a yacimientos de este origen, (Hawkes, 1962, p 19).
- b) Son elementos de "fácil" detección por el método de Absorción Atómica.

El primer problema que se atacó fue localizar un área que reuniera las condiciones que a continuación se enlistan:

- 1) Que la veta estuviera bien definida
- 2) Que la roca o rocas encajonante, estuviera lo más fresca posible.
- 3) Que las condiciones topográficas fuera adecuadas, para - realizar el muestreo.

Se buscaron diferentes areas en el Distrito Minero de Sultepec, -  
habiéndose escogido la veta "Las Virgenes" al Sur del pueblo de  
la Unión. El hecho de haber escogido dicha área se debió, prime-  
ramente a que cumple con las condiciones antes mencionadas y a -  
la facilidad de acceso, ya que para llegar a ella, se recorren -  
5 Km. sobre un camino de terracería, que parte del pueblo de - -  
Sultepec, hacia el poblado de San Martín.

## I.2. Metodología General.

Se realizó un muestreo sistemático en superficie sobre un área de  $10 \text{ Hm}^2$ , donde el espaciamiento o intervalo de muestreo fue el siguiente:

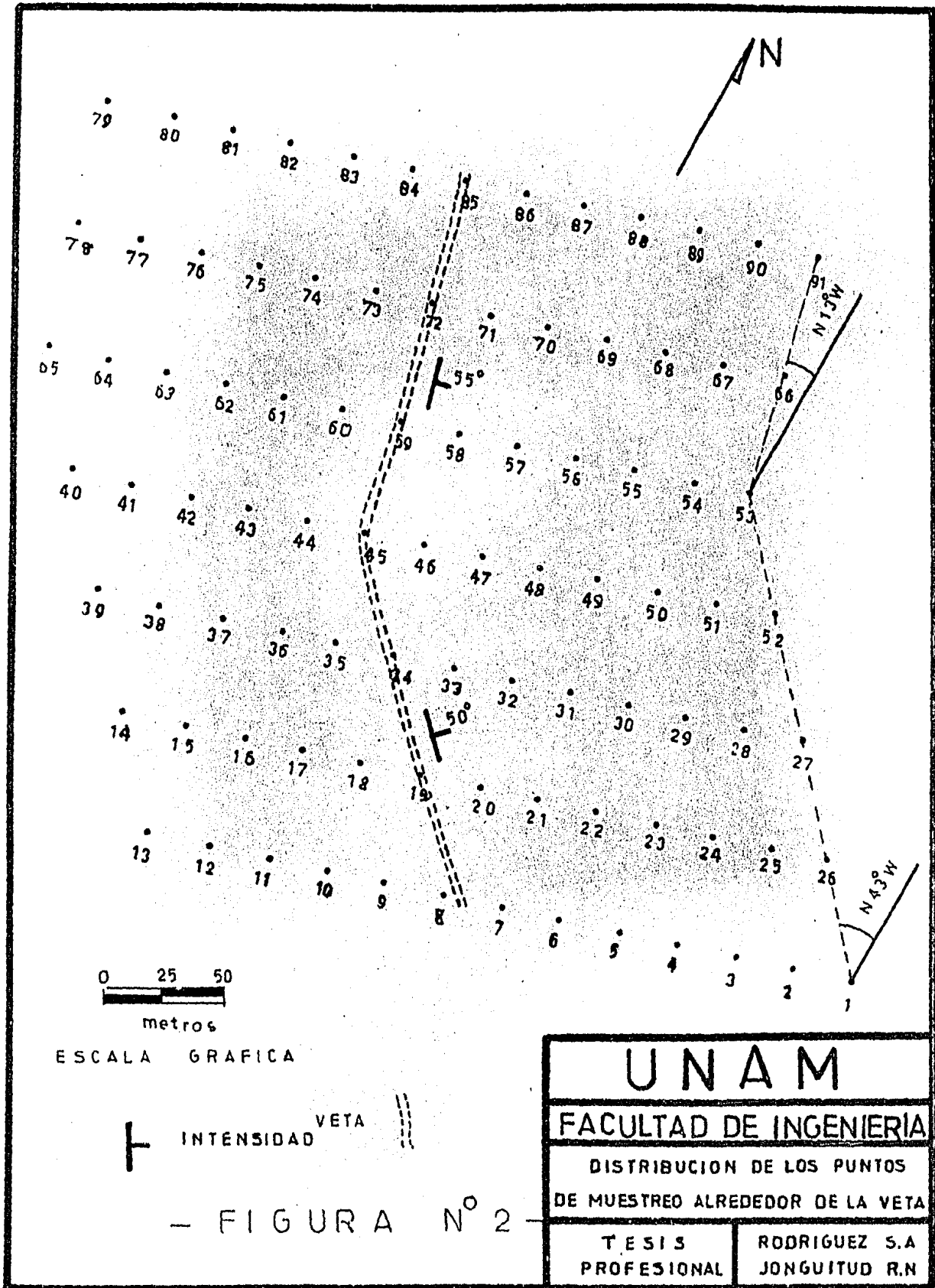
Se tomaron muestras cada 25 metros formando líneas perpendiculares a la veta "Las Vírgenes", estas líneas son paralelas entre sí, con 13 muestras cada línea. La distancia entre cada línea, fué de 50 metros, completándose así un total de 7 líneas y formando una retícula de  $10 \text{ Hm}^2$ , (Ver Figura No. 2).

La forma en que se ubicaron los puntos de muestreo fué por medio de visuales realizadas con brújula Brunton y cinta métrica metálica de 50 metros, marcando los puntos con estacas de madera.

Dicha veta, queda a lo largo de la parte central de la retícula, la forma que adopta la retícula está en función del comportamiento que toma la veta en superficie, es importante señalar que donde había un cambio en el rumbo de la veta, también se ajustaba en las líneas de muestreo.

El total de puntos de muestreo en la retícula fué de 91.

De cada punto de muestreo se tomó 1 Kgm. de muestra aproximadamente. La cantidad óptima que se recomienda para un muestreo en



rocas de grano fino, es de 500 grm. (Levinson pág. 232, 1980). - El hecho de haber tomado mayor cantidad de muestra, se debe, a - que se quería, contar con una cantidad extra, para utilizarla en el caso de algún análisis posterior.

Se tomaron las muestras más representativas en los puntos de - - muestreo, es decir, las rocas que estuvieran lo menos posible al teradas; por lo tanto fue necesario realizar pequeñas excavaciones que variaron de 20cm. a 1.60m de profundidad, para encontrar roca más sana. (Ver Figura No. 3).

Es importante señalar que en algunos lugares donde más se escavó, aún se tuvieron muestras en el horizonte C del suelo. Estas muestras son: MG5, MG8, MG9, MG10, MG11, MG13, MG22, MG32, MG39, - -- MG44, MG48, MG49, MG50, MG51, MG52, MG54, MG55, MG58, MG66, MG75, MG80, MG82, MG86, MG88, MG89, MG90, MG91.

Las 91 muestras clasificadas en el campo, se llevaron a la etapa de laboratorio.

Se observó en el campo que la roca encajonante, pertenece a dos tipos de litología que consiste en intercalaciones de pizarras y mármoles, en el capítulo de Geología se hará su respectiva agrupación. Los dos tipos de litología son iguales en todos los puntos de muestreo, variando solamente el contenido de un tipo de - roca con respecto a la otra, es decir, pizarras contra mármoles

o viceversa, debido a que se trata de la misma litología, solamente se hizo el estudio petrográfico a cuatro muestras: MG17, - MG3, MG71, MG91 con objeto de darle mayor seguridad a la clasificación en el campo, dichos reportes petrográficos, aparecen en el Anexo ( A ).

Una vez obtenidas las muestras correspondientes al estudio geológico-químico, la etapa siguiente fue la de laboratorio, en la cual -- las muestras fueron sometidas a ataques químicos para lograr la liberación de los elementos por estudiar, más adelante se explica claramente esta etapa. La tercera y última etapa de trabajo -- llamada de gabinete que consistió en el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la etapa de laboratorio, hasta llegar al final de éste con las conclusiones.



FIGURA No. 3 .- Excavación de 1.60m. de profundidad.

## II. GENERALIDADES

### II.1.- Localización y Vías de Comunicación.

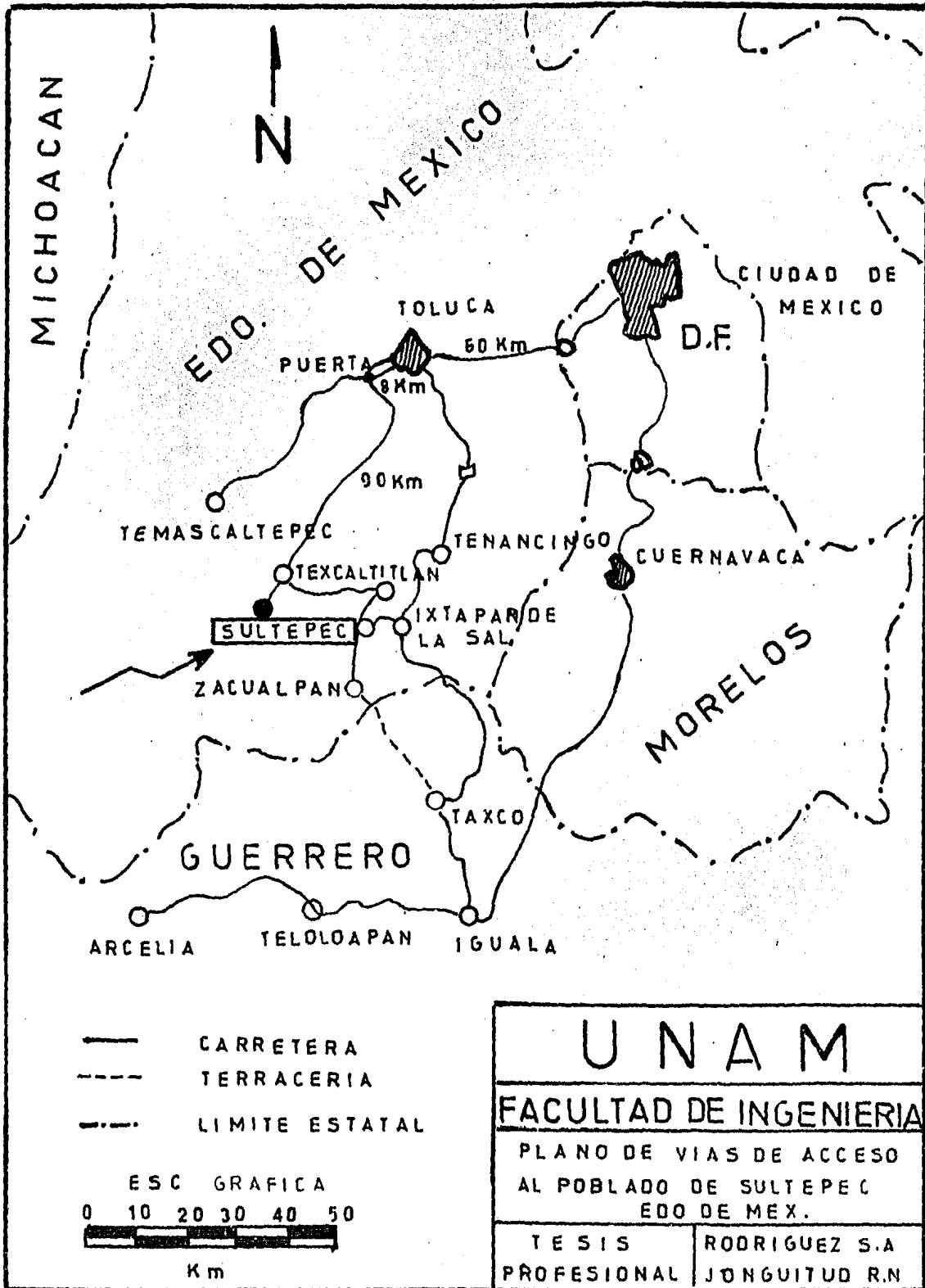
El Distrito Minero de Sultepec se localiza a los 18°51' de latitud Norte y 99° 59' de longitud Oeste, en el extremo SW del municipio del mismo nombre, Edo. de México. Se encuentra a 60 Kms. al Suroeste de Toluca y aproximadamente a 140 Kms. al WSW de la Ciudad de México, D.F. El camino de acceso parte de la Ciudad de Toluca, recorriendo 18 Kms. de la carretera pavimentada a Temascaltepec, hasta la Puerta, donde se desvía hacia el Sur la carretera pavimentada a Sultepec con una longitud de 58 Kms. (Figura No. 4); el área minera se extiende a unos 4 Kms. al Oriente del poblado.

La zona de estudio abarca una superficie de 10 Hm<sup>2</sup> que se encuentra en una sierra alargada de rumbo SW, al sur del poblado de la Unión.

### II.2.- Clima y Vegetación.

En esta región, el clima es variable debido a los fuertes desniveles que existen, ya que en las partes altas de la sierra el clima es frío húmedo variando a un clima semicálido subhúmedo en las partes bajas. En los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, predominan fuertes aguaceros.





— FIGURA N° 4 —

La vegetación es abundante y variada principalmente de pináceas, cedros, críticos, etc.

En la zona de estudio, el terreno es de cultivo, sembrado de maíz en las temporadas de agua (Agosto, Septiembre y Octubre).

La región varía de 2800 MSNM en las partes altas a 1200 MSNM en las partes bajas. En el área de estudio las cotas varían de 1890-1795 MSNM.

### II.3. Fisiografía.

#### II.3.1.- Ubicación Fisiográfica.

La zona de estudio se encuentra en la parte Norte de la Sierra -- Madre del Sur, donde limita con el eje Neovolcánico Transmexicano (Raisz 1959).

#### II.3.2.- Geomorfología.

En el área de estudio la morfología, es de lomas redondeadas de pendientes de  $30^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  aproximadamente. (Ver Figura No. 5).

Desde el punto de vista geomorfológico el área de estudio pertenece a una región que se encuentra en una etapa de juventud tardía, debido a que las laderas de los valles son relativamente empina--



FIGURA No. 5      Mostrando el relieve del área de estudio.

das. (Ver Figura No. 6)



FIGURA No. 6.- Mostrando el aspecto morfológico de la región donde se encuentra el - - área de trabajo.

### III.- GEOLOGIA

La zona donde se llevó a cabo el muestreo para este estudio, pertenece a una secuencia vulcano-sedimentaria metamorfizada de grano fino.

Dicha secuencia, del Jurásico Superior-Cretácico-Inferior, corresponde a un antiguo arco insular y mar marginal (?), ubicándolo como un dominio paleogeográfico Occidental. Este dominio se define como constituido por depósitos volcánicos marinos de composición andesítica interestratificados con lutitas, grauvacas y caliza, que han sufrido un leve metamorfismo regional de bajo grado con minerales de la facie esquistos verdes como son la clorita y la sericita. (Campa 1974-1977).

A continuación se describen brevemente los diferentes tipos de litología, así como la relación que guardan entre sí dichas rocas. Estas rocas pertenecen a la secuencia que fue muestreada en el campo como resultado del trabajo realizado por los autores para la asignatura de Geología de Campo Avanzada.

#### Descripción:

- Esquistos (toba metamorfizada).- Roca de color gris verdoso al fresco y marrón verdoso al intemperismo, de textura esquistosa, con segregaciones de 1-2 cm. de cuarzo blanco y calcita, estas

cortan discordante a la foliación, presenta un lustre satinado o sedoso. El tamaño de grano varía de medio a fino.

- Filita.- Roca de color gris claro al intemperismo y gris oscuro al fresco, presentando tonos rojizos entre los planos de foliación con lustre satinado, el tamaño de grano es fino.
- Mármol.- Roca de color gris claro al intemperismo y gris oscuro al fresco, se encuentra con estratificación delgada a media ( 1 cm. - 50 cm.), presenta vetillas de calcita de 1mm - 2cm - de espesor que cortan la estratificación.
- Pizarras.- Roca gris oscuro a negro al fresco y gris verdoso al intemperismo muy deleznable y con lustre satinado. Manchan los dedos de color negro.

La relación que guardan las rocas entre sí es la siguiente:

Las filitas y esquistos se encuentran intercaladas predominando en su mayoría los afloramientos de filitas. Estratigráficamente este paquete de rocas, ocupa la parte superior de toda la secuencia vulcano sedimentaria. Subyaciendo a este paquete de rocas (filitas y esquistos), se observa una alternancia de mármol con filitas, y mármol con pizarras carbonosas.

La relación que guardan los mármoles y las filitas es inconstan-

te, ya que tanto se encuentran afloramientos donde predomina el mármol sobre las filitas o filitas sobre el mármol.

En el caso de las pizarras y mármoles estas guardan una relación similar al caso de las filitas y mármoles.

La litología donde se realizó el muestreo, está constituida por la alternancia de pizarras y mármoles. Esta alternancia es variable, ya que en algunos puntos del muestreo, el contenido de pizarras con respecto a los mármoles es mayor o viceversa (Ver Figura No. 7), por lo tanto es conveniente agrupar las muestras según el contenido de pizarras y mármoles, descartando aquellas muestras de roca alterada.

- Muestras que presentan la misma proporción de pizarras y mármoles ( PM ):

MG4, MG18, MG25, MG26, MG30, MG31, MG33, MG41, MG53, MG62, --  
MG63, MG64.

- Muestras que representan mayor proporción de pizarras con respecto al mármol ( Pm ):

MG1, MG14, MG16, MG20, MG28, MG46, MG61, MG70, MG76, MG78, --  
MG79.

- Muestras que representan mayor proporción de mármol con respecto a pizarras ( Mp ):

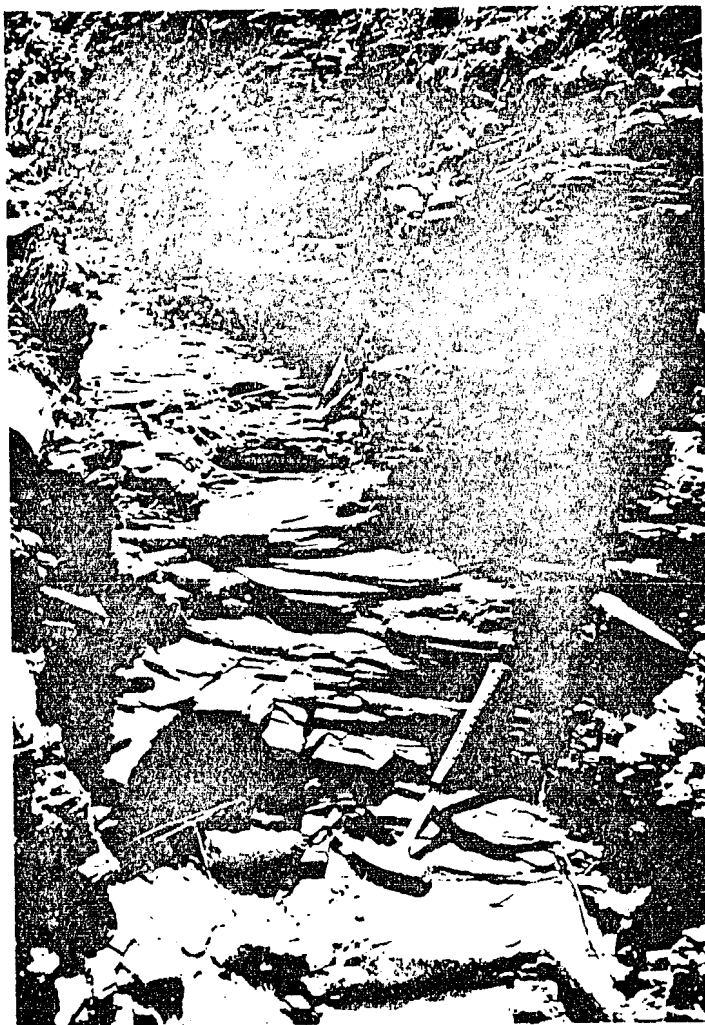


FIGURA No. 7.- Muestra la alternancia de mármoles y pizarras predominando las primeras, las cuales tienen un espesor de .5 cm. a 3 cm. aproximadamente.



MG15, MG17, MG23, MG35, MG36, MG38, MG57, MG60, MG65, MG71, --  
MG73, MG74, MG83.

- Muestras que representan pizarras en su totalidad ( P ):

MG2, MG3, MG6, MG12, MG24, MG27, MG29, MG37, MG40, MG43, MG47,  
MG67, MG81, MG87.

- Muestras que representan mármol en su totalidad ( M ):

MG42, MG56, MG68, MG69, MG84.

- Muestras que representan cuarzo de Veta ( V ):

MG7, MG19, MG34, MG45, MG59, MG72, MG85

### III.1. Descripción de la veta "Las Vírgenes".

Esta veta, pertenece al conjunto de vetas que forman al Distrito Minero, las principales vetas en este Distrito son: La Química, - Tio Alejo, Beatriz, etc. La mayoría de las vetas presentan una -- orientación NW - SE.

De acuerdo con la clasificación de Lindgren y en base a las características mineralógicas y estructurales, se puede concluir que - los yacimientos del Distrito Minero de Sultepec, son yacimientos Epigenéticos que pertenecen al grupo Hidrotermal del tipo Epitermal. (Lindgren, 1933 en Park, 1974).

La Veta "Las Vírgenes" tiene las siguientes características: --  
Rumbo N 35 W, Echado de 50° - 55° al NE y ancho de 1.5 a 2.5 me-  
tros aproximadamente. Presenta algunos pequeños desprendimientos  
(ramaleos) sobre la ladera sur del área de muestreo. Esta veta -  
está constituida principalmente por Cuarzo con sulfuros disemina-  
dos: Pirita, Galena y Esfalerita, también se tienen reportadas -  
las sulfosales - Proustita y Pirargirita. En esta estructura se -  
pueden observar varios rebajes que fueron hechos sobre bloques --  
con altos valores de Plata (Ver Figura No. 8).

Esta Veta aflora en forma de crestón que corta la loma (sin nom--  
bre, donde se realizó el muestreo) perpendicularmente. (Ver Figu-  
ra No. 9).

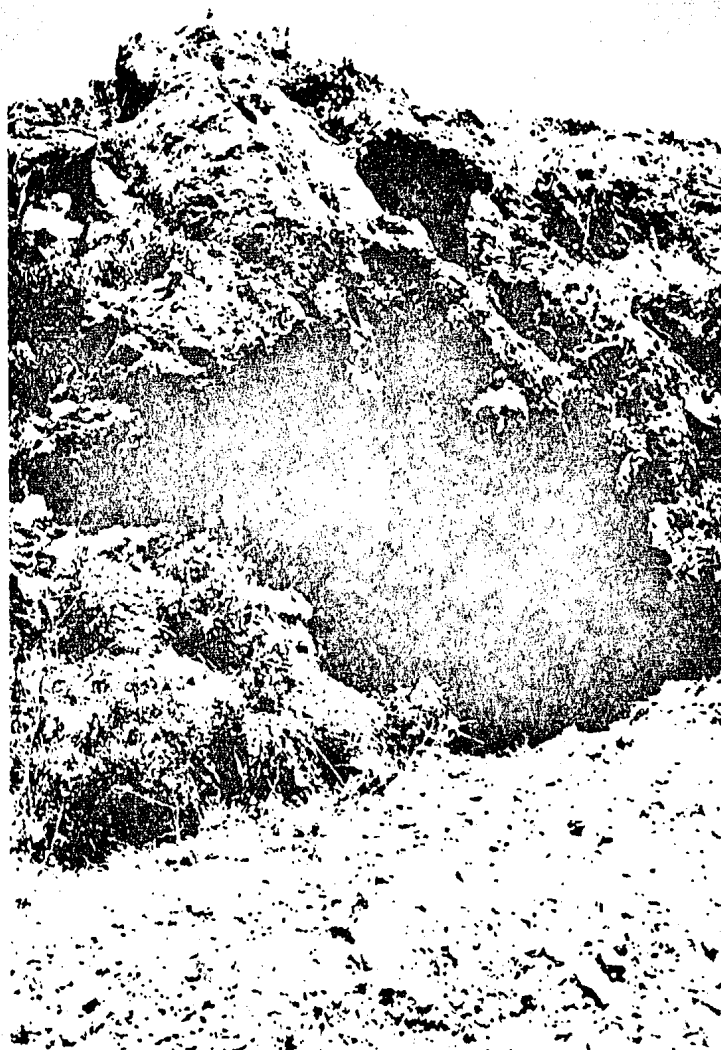


FIGURA No. 8.- Se observa el Echado de la estructura,  
así como uno de los rebajes sobre esta.



FIGURA No. 9 .- La zona que aparece marcada en la fotografía, es parte del área que fue muestreada, en la cual se observa el Crestón de la estructura al centro, cortando la loma perpendicularmente. (Parte Norte de la loma).

#### IV.- GEOQUIMICA

En este capítulo se describen dos aspectos teóricos que se manejan para el estudio geoquímico, en uno se explican los Principios Básicos Geoquímicos y en el otro, los Principios de la Absorción Atómica.

##### IV.1.- Principios Básicos del Estudio Geoquímico.

En los depósitos minerales de origen hidrotermal, como el caso de una veta, están caracterizados por una zona central, en la cual los valores de los elementos o minerales pueden ser concentrados en porcentajes económicos.

En muchos casos hay un decrecimiento en la cantidad de los valores de los elementos que rodean el depósito hasta llegar a un valor llamado valor normal (Background). Esta zona dentro de la cual los valores de los elementos disminuyen los valores de Background es llamada halo primario y representan la distribución de los elementos que son formados como resultado de la migración de estos alrededor de yacimiento mineral.

Algunos halos, especialmente aquellos en los cuales los elementos han sido introducidos en rocas masivas, muestran un característico decrecimiento logarítmico a partir de la zona mineralizada.

Los factores que determinan la forma y tamaño de los halos son: microfacturas en la roca, porosidad, movilidad de los elementos etc.

Los halos primarios pueden ser singenéticos y epigenéticos, halos singenéticos son aquellos formados contemporáneamente con el emplazamiento de la roca, por ejemplo: halos formados por pegmatitas o segregaciones ultramáficas.

Los halos primarioepigenéticos son formados después que la roca fue formada y resulta de la introducción de las soluciones mineralizantes a lo largo de fracturas, fallas, poros, etc. - - - (Levinson 1980, p 50 - 52).

El concepto de valor normal (Background) es definido como el rango normal de concentración para un elemento en un área específica (excluyendo a las muestras mineralizadas) los valores de Background deben ser calculados para cada elemento, para cada tipo de roca, suelo, sedimento y agua.

Otro concepto importante es el valor de umbral (Threshold), se define como el límite superior del valor normal (Background), todos los valores mayores a los del valor de umbral son considerados valores anómalos.

#### IV.2.- Principios Básicos de Absorción Atómica.

La ciencia de la espectroscopia de Absorción Atómica ha producido 3 técnicas de uso analítico: La Emisión, la Absorción y la -- Fluorescencia. A continuación trataremos brevemente los principios de la Absorción ya que este fue el método empleado para el análisis de las muestras.

Si la luz de una determinada longitud de onda incide sobre un átomo libre en "Estado Fundamental" (configuración más estable y de más bajo contenido energético), el átomo puede absorber energía y pasa al estado excitado, efectuándose así el proceso de la Absorción Atómica. (Ver Figura No. 10).



Energía  
luminosa.

Atomo en Edo.  
fundamental.

Atomo en Edo.  
excitado.

Figura No. 10

La característica de interés en las medidas por Absorción Atómica, es el monto de luz, de la longitud de onda resonante, que es absorbida, cuando la luz pasa a través de una nube atómica. Conforme el número de átomos se incrementa en el paso de la luz, la cantidad de que esta será absorbida se incrementa en forma predecible. El uso de fuentes especiales de luz y la selección cuidadosa de la longitud de onda, permite la determinación cuantitativa específica de elementos individuales en presencia de otros.

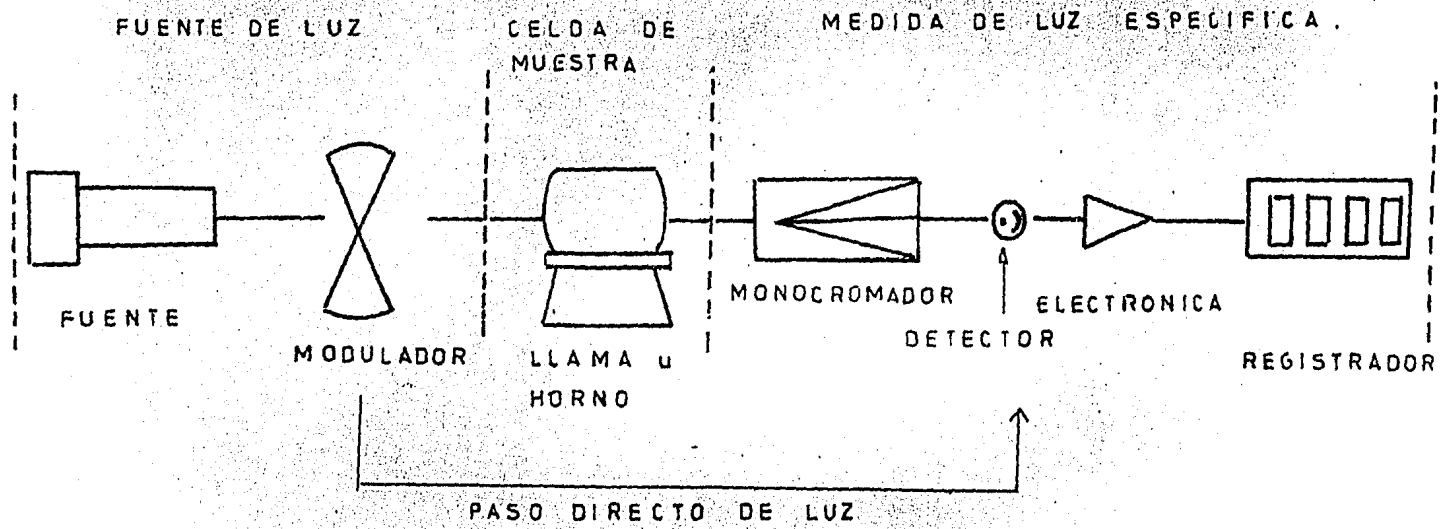
La nube de átomos requerida para las mediciones en Absorción Atómica, es producida por la adición de suficiente energía térmica a la muestra para disociar los compuestos químicos en átomos libres y en Estado Fundamental. (Ver Figura No. 11).

Distritos términos afines son empleados para definir la cantidad de la luz absorbida que ha tenido lugar.

"Absorbancia" es el término más conveniente para caracterizar la Absorción de luz en la Espectrofotometría de absorción, pues esta cantidad guarda una relación lineal con la concentración en ciertos rangos de la curva.

Cuando la absorbancia de soluciones estandar conteniendo concentraciones conocidas del analito se miden y se grafican los resultados de las absorbancias con respecto a la concentración, se establece una relación de calibración.





- FIGURA N 11<sup>o</sup> -

UNAM	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DIAGRAMA DEL APARATO DE ABSORCION	
T E S I S .	JONGUITUD . R . N .
P R O F E S I O N A L	R O D R I G U E Z . S . A .

### VI.3.- Metodología de Laboratorio.

El trabajo de laboratorio se desarrolla en 3 etapas: 1) Preparación de la muestra desde su recolección hasta obtener la cantidad en peso necesaria para su análisis, 2) Ataque Químico de las muestras, donde se describen dos métodos de análisis utilizados y 3) Determinación de los valores de concentración.

#### IV.3.1.- Preparación de las Muestras:

Las muestras de roca colectadas en el muestreo sistemático ya -- descrito (91 muestras), fueron llevadas a un laboratorio, donde no existen corrientes de aire que pudieran ocasionar contaminación por el polvo del ambiente exterior o el provocado entre -- ellas. Enseguida dichas muestras fueron extendidas y expuestas a los rayos del sol, con el fin de que estuvieran lo más secas posibles permaneciendo de esta manera una semana.

Posteriormente, se tomó de cada muestra 500 gr. para molerse en -- un mortero de porcelana, hasta que los fragmentos de roca alcanzan un diámetro aproximado al de las arenas (0.5mm - 2mm).

Cabe señalar que entre la molienda de una muestra y otra, el mortero era limpiado con Cuarzo puro y lavado con agua destilada para evitar contaminación.

Enseguida, la cantidad molina (500 gr.) se cuarteaba, hasta obtener una muestra de 30 gr., siendo esta cantidad nuevamente molida en un mortero de Agata, logrando así un diámetro de 0.05mm -- 0.5mm. aproximadamente.

Los 30 gramos de cada muestra, se vaciaron en frascos de vidrio con tapa hermética para evitar contaminación con el exterior. Una vez que se tuvieron las 91 muestras en su respectivo frasco, se tomó de cada muestra  $\frac{1}{2}$  gr. sobre papel Glassiny utilizando la Balanza Analítica para obtener dicha cantidad y pasando ésta a un tubo de ensaye de 20ml. de capacidad.

#### IV.3.2.- Ataque Químico de las muestras.

Se aplicaron 2 métodos diferentes de análisis químico, estos métodos fueron proporcionados por el Laboratorio de Análisis Químico del Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), el método No. 1 fue desarrollado por los autores de este trabajo y el método No. 2 se desarrolló en el C.R.M.

Ambos métodos de ataque tiene como finalidad disolver las estructuras minerales, principalmente Carbonatos y Sulfuros para así, liberar los elementos presentes.

Los elementos analizados cuantitativamente en este trabajo son: - Plomo, Zinc, Cobre, Plata, Manganeso, Antimonio y Cadmio.

A continuación se describe la metodología No. 1.

- Se prepara Agua Regia (en un vaso de precipitado), que consiste en 3/4 partes de Acido Clorhidrico (HCL) por 1/4 parte de Acido Nitrico ( $\text{HNO}_3$ ).
- Con una pipeta de repetición se extrae 2ml de Agua Regia, agregándoselos al 1/2 gramo de muestra contenida en el tubo de ensaye.
- Los tubos de ensaye que contienen la solución, son puestos a Baño María durante un tiempo de 2 horas.
- Se deja reposar 24 hrs. y después se añade 6 mililitros de agua destilada.
- La solución se filtra con papel fil-ro del número 40.
- La solución ya filtrada se afora con agua bidestilada a 10 ml. en un matraz.

Metodología No. 2.

Secuencia del ataque químico proporcionado por el C.R.M.

- Se toma 1 gramo de muestra la cual se vacía en un vaso de preci

pitado de 150 ml. de capacidad.

- Se agrega 20 ml. de Agua Regia y la solución es llevada a sequedad.
- El material que queda en el fondo del vaso de precipitado es recuperado al agregarle 10 ml. de Acido Clorhídrico (HCL).
- La solución que resulta es nuevamente llevada a sequedad.
- Al material resultante del paso anterior se le agrega 15 ml. de HCL más 40 ml. de Agua destilada.
- La solución se lleva a ebullición durante 2 hrs.
- La solución que resulta se afora con agua destilada a 100 ml.

La metodología No. 1 se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Químico del Instituto de Geología, estos análisis se hicieron por duplicado de la muestra No. 29 a la 83, el motivo de no haber realizado el análisis por duplicado de la muestra No. 1 a la 28 y 84 a la 91, se debió a que estas 2 series se habían preparado con dos semanas de anterioridad, motivo por el cual las soluciones obtenidas del ataque químico ya habían perdido volúmen y por lo tanto las lecturas serían erróneas. Sólo se tiene la serie completa de la muestra No. 1 a la 91, con los valores por duplicado de la

muestra No. 29' a la 83'.

Las muestras que se atacaron en el C.R.M. solo se analizaron una vez, el número de muestras que se mandaron a atacar y leer por -- Absorción Atómica fue de 40.

Estas muestras aparecen en la Tabla No. 1, que encuentra al final de este Capítulo.

#### IV.3.3.- Determinación de los valores de concentración.

La solución obtenida de cada una de las muestras, son diluidas de acuerdo a ciertos patrones de concentración.

Para cada uno de los elementos por analizar (Pb, Zn, Cu, Ag, Sb, Mn, Cd) se prepara una solución estándar que presenta una concentración (en partes por millón) conocida de dicho elemento.

En base a la solución estándar se obtienen las concentraciones a las cuales se calibra el aparato de Absorción Atómica (Ver principios de Absorción Atómica) para cada uno de los elementos por analizar.

El número de veces que la solución es diluida, esta en función -- del elemento por analizar y de su concentración.

Una vez hechas las diluciones, calibración y ajustes del aparato, se procede a tomar los valores de concentración de las soluciones para cada uno de los elementos. En la tabla 1 se muestran los resultados de las determinaciones.

Tabla No. 1.- Valores en p.p.m. de los análisis realizados en el C.R.M. y en el Instituto de Geología estos últimos leídos en el Laboratorio de Investigación Geológica de la Cfa. Fresnillo. - - (C.F.). Obteniendo valores por tripicado, duplicado, e individuales.

Donde: MG = No. de muestra

C.F'.- Serie completa

MG	P L A T A			P L O M O			Z I N C			C O B R E		
	C.F.'	C.F.	CRM	C.F.'	C.F.	CRM	C.F.'	C.F.	CRM	C.F.'	C.F.	CRM
1	0	-	5	68	-	35	120	-	129	32	-	51
2	2	-	-	56	-	-	120	-	-	32	-	-
3	-	-	3	66	-	42	80	-	100	20	-	32
4	2	-	-	42	-	-	100	-	-	22	-	-
5	-	-	8	36	-	29	140	-	142	34	-	52
6	2	-	-	52	-	385	120	-	-	30	-	-
7	84	-	440	320	-	49	540	-	700	56	-	92
8	56	-	7	734	-	73	380	-	258	66	-	127
9	38	-	316	62	-	-	340	-	470	62	-	105
10	6	-	-	56	-	198	180	-	-	44	-	-
11	4	-	19	102	-	-	180	-	380	52	-	130
12	2	-	-	32	-	-	220	-	-	20	-	-
13	2	-	-	26	-	-	200	-	-	70	-	-
14	2	-	-	22	-	-	60	-	-	20	-	-
15	24	-	11	44	-	45	100	-	106	22	-	36



MG	P L A T A			P L O M O			Z I N C			C O B R E		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
16	4	-	-	42	-	-	80	-	-	32	-	-
17	4	-	9	36	-	52	100	-	116	26	-	66
18	10	-	-	48	-	-	100	-	-	24	-	-
19	60	-	83	2392	-	2492	880	-	940	424	-	630
20	62	-	-	2320	-	-	880	-	-	170	-	-
21	4	-	5	30	-	30	100	-	135	26	-	46
22	2	-	-	20	-	-	120	-	-	34	-	-
23	2	-	9	30	-	33	80	-	95	18	-	37
24	2	-	-	28	-	-	120	-	-	34	-	-
25	2	-	6	32	-	29	80	-	91	24	-	37
26	0	-	-	22	-	-	80	-	-	20	-	-
27	2	-	6	36	-	47	80	-	81	20	-	30
28	-	-	-	20	-	-	80	-	-	24	-	-
29	2	0	5	22	36	32	80	340	117	22	28	36
30	2	4	-	30	40	-	80	120	-	32	38	-
31	2	4	7	38	46	56	120	140	125	32	40	50
32	17	4	-	50	46	-	140	60	-	24	20	-
33	132	22	-	74	74	-	1520	220	-	880	38	-
34	2	164	222	52	8000	4200	60	-	1760	18	560	870
35	2	4	-	42	74	-	80	80	-	24	32	-
36	4	4	-	36	52	-	60	100	-	14	38	-
37	0	2	4	16	28	44	140	-	202	32	46	65
38	2	6	-	36	58	-	80	80	-	26	26	-
39	2	2	6	16	28	53	240	320	308	58	78	103
40	2	2	-	38	44	-	80	80	-	22	34	-

MG	P L A T A			P L O M O			Z I N C			C O B R E		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
41	2	4	7	38	48	43	80	100	77	32	42	49
42	2	4	8	38	52	51	20	60	42	16	26	20
43	6	12	-	30	50	-	200	300	-	40	70	-
44	2	4	-	34	44	-	120	140	-	24	30	-
45	26	34	60	142	192	292	300	360	630	28	36	108
46	2	2	6	36	30	30	60	40	129	14	12	46
47	0	0	-	18	36	-	100	100	-	24	30	-
48	84	68	-	42	76	-	100	80	-	58	56	-
49	2	4	-	36	50	-	60	80	-	20	26	-
50	2	2	-	34	42	-	60	60	-	14	14	-
51	2	4	7	36	50	53	80	80	77	24	32	33
52	0	0	-	18	30	-	100	140	-	38	56	-
53	2	2	5	34	38	42	80	80	76	16	18	26
54	2	2	-	40	42	-	80	100	-	20	20	-
55	0	0	-	20	28	-	80	100	-	30	32	-
56	2	2	5	32	48	49	80	80	91	20	16	24
57	2	2	-	32	40	-	80	100	-	24	22	-
58	2	4	-	40	48	-	60	60	-	22	16	-
59	146	120	420	8640	7740	6400	940	860	990	128	116	183
60	4	4	11	332	360	1420	80	80	95	44	48	59
61	2	2	-	36	44	-	80	80	-	26	28	-
62	2	2	-	34	48	-	100	100	-	24	24	-
63	2	2	10	34	48	53	80	80	75	26	28	35
64	2	4	-	42	46	-	80	60	-	28	24	-

MG	P L A T A			P L O M O			Z I N C			C O B R E		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
65	2	4	11	34	42	51	80	80	72	24	22	28
66	2	2	-	32	38	-	200	200	-	46	42	-
67	2	2	-	28	32	-	140	180	-	80	96	-
68	2	2	7	38	40	54	80	80	57	20	20	21
69	2	4	-	34	46	-	80	80	-	28	30	-
70	0	0	3	14	22	32	100	100	137	44	36	68
71	4	4	-	42	48	-	120	120	-	30	28	-
72	50	50	-	62	86	-	40	40	-	20	22	-
73	6	6	-	32	42	-	60	60	-	20	20	-
74	18	20	26	30	70	43	80	80	83	30	38	42
75	2	2	-	22	38	-	100	140	-	44	48	-
76	2	2	-	24	40	-	100	160	-	34	48	-
77	2	2	5	24	34	50	100	100	136	34	32	62
78	2	2	-	16	36	-	120	120	-	30	26	-
79	0	0	5	16	28	305	80	100	134	38	44	73
80	2	2	-	18	30	-	200	180	-	68	68	-
81	-	2	-	18	30	-	80	120	-	70	90	-
82	2	2	4	84	100	112	260	280	380	58	62	105
83	2	2	-	40	38	-	160	140	-	46	36	-
84	4	-	9	50	-	53	60	-	52	24	-	30
85	16	-	28	46	-	65	160	-	198	36	-	57
86	4	-	-	22	-	-	140	-	-	50	-	-
87	6	-	-	28	-	-	100	-	-	22	-	-
88	2	-	3	20	-	31	120	-	142	28	-	46

MG	P L A T A			P L O M O			Z I N C			C O B R E		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
89	0	-	3	24	-	-	100	-	-	24	-	-
90	4	-	-	22	-	-	160	-	-	32	-	-
91	2	-	3	18	-	48	160	-	180	34	-	68

---

MG	A N T I M O N I O			C A D M I O			M A N G A N E S O		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
1	.4	-	-	4	-	0	236	-	346
2	.4	-	-	2	-	-	176	-	-
3	.4	-	-	4	-	0	234	-	354
4	.6	-	-	4	-	-	428	-	-
5	.2	-	-	2	-	0	264	-	344
6	.4	-	-	2	-	-	292	-	-
7	282	-	-	6	-	12	1120	-	1660
8	28	-	-	4	-	9	600	-	1120
9	24	-	-	12	-	16	1520	-	2140
10	22	-	-	2	-	-	648	-	-
11	26	-	-	2	-	0	476	-	1010
12	46	-	-	4	-	-	422	-	-
13	30	-	-	2	-	-	778	-	-
14	46	-	-	2	-	-	224	-	-
15	96	-	-	4	-	9	366	-	620
16	106	-	-	4	-	-	428	-	-
17	94	-	-	4	-	0	638	-	1160

MG	ANTIMONIO			CADMIO			MANGANESO		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
18	100	-	-	4	-	-	452	-	-
19	128	-	-	2	-	0	394	-	550
20	72	-	-	16	-	0	636	-	-
21	16	-	-	2	-	-	380	-	560
22	32	-	-	2	-	-	540	-	-
23	50	-	-	2	-	0	342	-	680
24	30	-	-	-	-	-	422	-	-
25	56	-	-	2	-	0	388	-	620
26	32	-	-	-	-	-	174	-	-
27	64	-	-	2	-	0	296	-	416
28	24	-	-	-	-	-	280	-	-
29	26	28	-	2	2	0	184	240	272
30	46	40	-	2	2	-	358	406	-
31	58	52	-	2	2	6	694	774	1030
32	64	72	-	2	4	-	596	354	-
33	106	60	-	4	4	-	3260	874	-
34	66	116	-	4	4	5	332	-	425
35	66	80	-	4	4	-	234	278	-
36	68	76	-	2	4	-	328	696	-
37	14	18	-	0	2	7	348	472	800
38	80	78	-	4	4	-	614	532	-
39	26	24	-	14	18	16	418	546	630
40	64	66	-	2	4	-	194	284	-
41	64	68	-	4	4	7	406	446	640

MG	ANTIMONIO			CADMIO			MANGANESO		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
42	88	94	-	4	6	0	216	296	331
43	28	28	-	2	4	0	848	1280	-
44	30	32	-	2	2	-	542	644	-
45	36	52	-	4	4	0	266	312	750
46	54	48	-	4	2	0	308	162	189
47	12	24	-	2	4	-	126	128	-
48	56	62	-	2	10	-	550	448	-
49	40	102	-	4	4	-	420	482	-
50	44	88	-	4	4	-	110	126	-
51	36	84	-	2	4	0	502	576	750
52	10	34	-	2	2	-	148	198	-
53	22	68	-	2	4	0	176	186	320
54	34	92	-	4	4	-	298	298	-
55	8	26	-	2	2	-	214	254	-
56	26	80	-	2	4	0	296	306	421
57	34	86	-	2	4	-	264	286	-
58	58	106	-	4	4	-	118	96	-
59	154	170	-	4	4	0	34	30	58
60	60	92	-	4	4	0	672	698	1060
61	28	74	-	4	4	-	228	234	-
62	44	84	-	4	4	-	276	284	-
63	28	66	-	4	4	0	564	560	990
64	74	88	-	4	4	0	370	362	-
65	72	86	-	4	4	0	332	334	580

MG	ANTIMONIO			CADMIO			MANGANESO		
	C.F.!	C.F.	CRM	C.F.!	C.F.	CRM	C.F.!	C.F.	CRM
66	28	20	-	2	2	-	166	164	-
67	32	34	-	2	2	-	806	996	-
68	82	98	-	4	4	4	276	288	375
69	78	1.6	-	4	4	-	1160	1100	-
70	16	.2	-	2	2	0	302	240	410
71	76	1.4	-	4	4	-	1006	952	-
72	76	1.4	-	-	2	2	26	24	-
73	54	1.0	-	4	4	-	1096	1084	-
74	56	1.2	-	2	4	0	580	612	910
75	18	.4	-	2	2	-	294	368	-
76	16	.4	-	2	2	-	344	464	-
77	10	.2	-	2	2	0	406	410	750
78	12	.4	-	2	2	-	306	324	-
79	14	.4	-	2	2	0	224	262	349
80	24	.2	-	2	2	-	1140	1520	-
81	24	.4	-	2	2	-	862	1232	-
82	24	.4	-	2	2	-	800	870	1800
83	22	.4	-	10	10	-	606	496	-
84	90	-	-	4	-	6	508	-	840
85	34	-	-	2	-	0	872	-	1140
86	24	-	-	0	-	-	302	-	-
87	16	-	-	0	-	-	754	-	-
88	16	-	-	0	-	-	346	-	447
89	16	-	-	0	-	-	348	-	-

MG	ANTIMONIO			CADMIO			MANGANESO		
	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM	C.F.	C.F.	CRM
90	24	-	-	0	-	-	426	-	
91	22	-	-	0	-	-	210	-	315



#### IV.4.- Análisis Estadístico.

Al tener varios valores de concentración para una misma muestra como resultado de diferentes análisis, surge la necesidad de emplear métodos Estadísticos tanto para la Corrección de los valores de concentración así como para el Tratamiento correcto de dichos valores con el fin de obtener los parámetros que nos ayudarán a determinar la existencia de halos de dispersión y las anomalías geoquímicas.

##### IV.4.1. Corrección de valores Geoquímicos.

Los valores de concentración de los diferentes elementos para cada muestra, son representados en la Tabla No. 2. Estos valores son el resultado de considerar tanto los análisis leídos en el Laboratorio de Investigación Geológica de la Cfa. Fresnillo, así como los realizados en el Consejo de Recursos Minerales.

La manera en que los valores de concentración fueron corregidos es expuesta a contaminación:

De la Tabla No. 1 podemos observar que el análisis de las muestras comprendidas de la MG 29 a la MG83 se realizaron por duplicado, llamándoseles "Serie 1' y Serie 1".

El tener dos valores de concentración para una misma muestra, nos

Tabla No. 2.- Valores corregidos de concentración en p.p.m. de -- las muestras de roca (MG) para los diferentes elementos analiza-- dos, indicando el Tipo de Roca (T.R.). (+ valores no tomados en - cuenta para los cálculos estadísticos.

MG	T.R.	Cu	Zn	Pb	Mn	Sb
1	Pm	32	120	68	240	.4+
2	P	32	120	56	180	.4+
3	P	20	80	66	240	.4+
4	pM	22	100	42	420	.4+
5	C	34	140	36	260	.2+
6	P	30	120	52	300	.4+
7	V	56+	540+	320+	1120+	282+
8	C	66+	380+	734+	600+	28
9	C	62	340	62	1520	24
10	C	44	180	56	640	22
11	C	52	180	102	480	26
12	P	20	220	32	420	46
13	C	70	200	26	780	30
14	Pm	20	60	22	220	46
15	Mp	22	100	44	360	96
16	Pm	32	80	42	420	106
17	Mp	26	100	36	640	94
18	PM	24	100	48	460	100
19	V	428+	880+	2380+	400+	128+

MG	T.R.	Cu	Zn	Pb	Mn	Sb
20	Pm	170+	8880+	2320+	636+	72
21	P	26	100	30	380	16
22	C	34	120	20	540	32
23	Mp	18	80	30	340	50
24	P	34	120	28	420	30
25	PM	24	80	32	380	56
26	PM	20	80	22	180	32
27	P	20	80	36	300	64
28	Pm	24	80	20	280	24
29	P	25	100	29	210	27
30	PM	35	50	35	380	42
31	PM	36	128	42	730	36
32	C	21	50	47	470	68
33	PM	40	10360+	74	880	106
34	V	28+	92+	4026+	332+	92+
35	Mp	55	80	56	260	72
36	Mp	26	78	43	510	72
37	P	39	140	21	406	16
38	Mp	26	80	47	580	78
39	C	68	276	21	480	25
40	P	28	80	40	240	65
41	PM	37	90	43	420	67
42	M	20	38	40	260	89
43	P	55	246	40	580	28
44	C	27	128	39	600	31

MG	T.R.	Cu	Zn	Pb	Mn	Sb
45	V	65+	336+	167+	475+	45+
46	Pm	28	110	32	240	50
47	P	27	100	27	130	19
48	C	57	88	59	500	59
49	C	23	68	43	450	73
50	C	14	110	37	120	67
51	C	28	68	43	540	61
52	C	47	118	24	170	23
53	PM	17	80	36	177	48
54	C	19	90	40	300	65
55	C	33	90	24	40	17
56	M	18	80	40	300	55
57	Mp	22	90	36	280	62
58	C	19	60	44	100	87
59	V	122+	860+	8190+	33+	160+
60	Mp	46	80	27	682	77
61	Pm	27	80	39	230	52
62	PM	24	100	40	260	66
63	PM	27	80	40	548	48
64	PM	26	70	43	360	81
65	Mp	22	80	38	330	79
66	C	44	200	34	170	23
67	P	88	158	30	900	33
68	M	19	80	28	280	90
69	M	29	80	40	1130	78

MG	T. R.	Cu	Zn	Pb	Mn	Sb
70	Pm	40	118	16	276	16
71	Mp	28	122	46	980	76
72	V	20+	50+	74+	20+	76+
73	Mp	19	60	36	1090	54
74	Mp	34	80	50	590	56
75	C	46	118	30	340	18
76	Pm	41	126	32	400	16
77	P	32	118	28	404	10
78	Pm	28	122	26	320	12
79	Pm	41	90	20	246	14
80	C	68	170	24	120	24
81	P	80	50	24	1030	24
82	C	60	325	92	856	22
83	Mp	40	149	40	560	52
84	M	24	60	50	508	90
85	V	36+	160+	46+	880+	34+
86	C	50	140	22	300	24
87	P	22	100	28	760	16
88	C	28	120	20	340	16
89	C	24	100	24	340	16
90	C	32	160	22	420	24
91	C	34	160	18	210	22

C = Horizonte C del Suelo

PM = Mismo contenido de pizarras y mármol

Pm = Mayor contenido de pizarras

Mp = Mayor contenido de mármol

P = Sólo pizarras

M = Sólo mármol

V = Cuarzo de Veta

permitio graficar los valores de una Serie con respecto a la - - otra, con el fin de observar el comportamiento de los valores ob- tenidos para los diferentes elementos y conocer el rango de un - error del análisis.

La recta representativa de los valores de concentración, se obtie- ne a partir de la ecuación (1): donde  $\bar{y}$  es la medida de todos los valores de la Serie 1,  $\bar{x}$  es la medida de todos los valores de la Serie 1', b es el valor en el que la recta corta al eje "y", y - "m" es la pendiente de la recta.

$$\text{Ec. (1) } \dots\dots\dots \bar{y} = m\bar{x} + b$$

Es conveniente aclarar que el ajuste de los valores de concentra- ción a una recta y no a otra curva, se hizo porque los coeficien- tes de correlación para cada elemento se aproxima a 1.

Los cálculos para la obtención de las rectas y de los coeficien- tes de correlación, se realizaron por medio de un programa de cal- culadora (Anexo (B)) y los resultados se observan en el Anexo (B).

En el Anexo (C) se presentan graficados los valores de concentra- ción de cada uno de los elementos en estudio, así como las rec- - tas de ajuste de los elementos Pb, Zn, Cu, Sb y Mn. La razón de - no haber obtenido la recta representativa de los valores de con- - centración para los elementos Ag y Cd, se debe a que dichos valo- res de estos elementos son el resultado de errores en el método -

de ataque y/o en el límite de detección y por lo tanto no serán tomados en cuenta para el tratamiento estadístico posterior.

La corrección de los valores de concentración de cada uno de los elementos por analiza (Pb, Cu, Zn, Sb, Mn) se realizó trazando líneas punteadas perpendiculares a partir de los valores por corregir a la recta de ajuste, de este punto de intersección proyectamos líneas perpendiculares a los ejes y obtenemos la media aritmética de los valores leídos.

Para aquellos valores que no fueron graficados debido a que tienen valores muy altos de concentración se obtuvo la media aritmética de los valores de ambas Series.

Los valores de las muestras comprendidas de la MG1 a la MG29 y de MG84 a la MG91 corresponden a los de la Serie 1'.

Teniendo en cuenta la secuencia anterior, se obtuvo una Serie de valores para cada uno de los elementos, como producto de considerar únicamente las lecturas obtenidas en el Laboratorio de Investigación Geológica de la Cía. Fresnillo.

Dicha Serie de valores (Serie C.F.) se comparó con los valores de concentración obtenidos en el Consejo de Recursos Minerales (Serie C.R.M.) los cuales aparecen en la Tabla No. 1.



La razón de mandar analizar al C.R.M. sólo 40 muestras fué puramente económico. Las muestras fueron escogidas a un intervalo mayor de 25m entre una muestra y otra, ó al azar.

En el Anexo (C) aparecen graficados los valores de concentración de ambas Series (C.R.M. - C.F.) para cada uno de los elementos (Pb, Cu, Zn, Mn) así como su respectiva recta de ajuste.

Los cálculos para la obtención de las rectas, se realizarón por medio del programa de calculadora que aparecen en el Anexo (B) y los resultados se encuentran en el mismo Anexo.

A continuación se describe la manera en que se corrigieron los valores al comparar las Series C.F. y C.R.M.

- En el caso de Pb, observamos que todos los valores se encuentran proximos a la recta de ajuste, lo cual nos indica una correspondencia de los valores de ambas Series y un rango mayor de confiabilidad, debido a que se tiene mayor número de datos de la Serie C.F. los valores del C.R.M. no se tomarán en cuenta.

- En la gráfica del Cu, observamos que existen 3 valores que se alejan de la recta del ajuste, estos corresponden a las muestras MG37, MG45, MG46, la corrección de estos valores de concentración se hizo trazando líneas punteadas paralelas al eje "y" partiendo del valor por corregir a la recta de ajuste de este punto de inter

sección trazamos una línea perpendicular al eje "y" tomando como valor final la lectura donde la línea corta con el eje.

- Analizando la gráfica del Mn, observamos que sólo existe un valor que se aleja considerablemente de la recta de ajuste, el - - cual corresponde a la muestra MG45. El procedimiento para corregir dicho valor es el mismo que se aplicó para los valores del - Cu.

- Con respecto al Zn, existen 3 valores que se alejan de la rec-ta de ajuste, los números de muestra son MG29, MG46 y MG82, la - corrección de los valores se realizó de igual manera que con los del Cu.

- La gráfica del Sb no aparece en el Anexo (C) debido a que no - se realizaron los análisis de este elemento en el C.R.M.

Analizando los resultados anteriores observamos que la muestra - MG45 en los elementos Mn, Zn y Cu, presenta valores de concentra-ción que corresponden al doble de los leídos en el Laboratorio - de Investigación Geológica de la Cía. Fresnillo, comparados con los del C.R.M. Lo anterior también se observa para las muestras MG46 con los elementos Zn, Cu y Sb. El hecho de que dichas mues-tras aparezcan con tal característica en los elementos menciona-dos, nos indica que existe error ya sea en la preparación, pesa-do y dilución de las muestras

De las muestras MG29, MG37 y MG82 concluimos que sus valores se deben a error en la lectura.

#### IV.4.2.- Tratamiento Estadístico de los Valores Obtenidos.

Una interpretación estadística confiable requiere de una gran -- cantidad de datos y que estos datos sean homogéneos.

En Prospección Geoquímica, estudiar el contenido de los elementos traza en varios materiales naturales y decir que los valores son lognormalmente distribuidos es como decir que los logaritmos de - estos se distribuyen siguiendo una Ley Normal (o Ley de Gauss).

El método Estadístico empleado para el análisis de los valores ob- tenidos se basa en obtener las Curvas de Frecuencia Acumuladas pa- ra cada uno de los elementos en estudio.

Los pasos para la construcción de la curva de frecuencia son los siguientes:

- a) Selección de una Serie de precisa de datos (población) tan - grande y homogénea como sea posible.
- b) Agrupamiento de los valores dentro de un número adecuado de clases.
- c) Calcular la frecuencia de ocurrencia en cada una de las cla- ses y compararlo contra los límites de clase: para darnos - un diagrama llamado "Histograma".

- d) Suavizando el Histograma obtenemos la curva de frecuencias.
- e) Calcular la frecuencia acumulativa y el porcentaje de frecuencia acumulativa:  $\text{frec. acum.} / \text{No. de muestras}$ .
- f) Dibujar los porcentajes de frecuencias acumulativas, dada la curva de frecuencia acumulada.
- g) Reemplazando la escala aritmética de la ordenada por una escala de probabilidad, la curva de frecuencias acumulativa es representada por una o más líneas rectas.

Algo muy importante para analizar correctamente los datos es determinar la amplitud de variación de los valores.

En estadística, trabajar con 15 ó 25 intervalos (o clases) es recomendable. Como una regla, la amplitud de una clase expresada --logarítmicamente, debe ser igual o más pequeña que la mitad de la desviación estándar (Shawn, 1964 en Lepetier, 1969).

Para propósitos Geoquímicos, es conveniente trabajar de 10 a 20 puntos en la línea de frecuencia acumulativas, es decir de 9 a 19 intervalos de clase (Lepeltier, 1969).

Existen 3 variables a considerar; el número de puntos (n) necesarios para construir una línea correcta; el rango de distribución

de los valores (R), expresado como el cociente del valor más alto entre el más bajo de la población; y la amplitud de las clases expresados logarítmicamente (log. int.) los cuales tienen que ser seleccionados en función de los 2 primeros parámetros.

Estas 3 variables están relacionadas por la ecuación:

$$\text{log. int.} = \frac{\text{log } R}{n}$$

Para obtener la curva de frecuencias acumuladas, la cual idealmente tiende a ser una línea recta, es necesario utilizar el papel apropiado (probabilidad-logarítmico), de donde se obtienen los parámetros geoquímicos (background, threshold).

Es importante considerar una propiedad de la escala de probabilidad usada en la ordenada; los valores cero y 100% son desechados. Considerando la falta de precisión en los valores bajos y la importancia de los altos para la determinación del Threshold (valor umbral), se considera mucho mejor acumular las frecuencias desde el valor más alto hasta el más bajo: así, el 100% corresponde a la clase más baja y queda excluido.

El propósito es contruir la curva de frecuencia acumulada para una población dada es verificar si esta se ajusta a una distribución lognormal, si esto pasa, estimar gráficamente los parámetros básicos: Background (b), (valor normal); y el nivel del Threshold (t), (valor umbral).

De la curva de frecuencias acumuladas obtenemos el:

- Background (b) que esta dado por la intersección de la curva de frecuencia acumuladas con el 50% de la abscisa.
- Threshold (t) el cual está dado por la intersección de la curva de frecuencias acumuladas con el 2.5% de la abscisa.

Los valores 2.5% y 50% correspondientes al Threshold y Background respectivamente son obtenidos empíricamente en base a experiencias estadísticas (Hawkes and Webb, 1962).

Tanto las gráficas como los resultados obtenidos de los diferentes elementos analizados aparecen en el Anexo (D).

En cada una de las líneas de muestreo (ver figura #7, Anexo (E) - se presentan graficados los números de muestra con su respectivo valor de concentración para cada uno de los elementos, además en cada línea aparecen los valores de Background y Threshold (Anexo E).

De las anteriores gráficas observamos que los números de muestra cuyos valores resultan anómalos (valores superiores al nivel del Threshold) son:

- Para el elemento Pb sólo existen 2 valores anómalos los cuales

se encuentran en la línea 1 y 7 y corresponde a la muestra MG11 y 82 respectivamente, puesto que los demás números de muestra -- (MG7, MG8, MG19, MG20, MG34, MG45, MG59) no fueron considerados en el Tratamiento Estadístico ya sea por ser un valor de veta o por tener valores de concentración muy dispersados.

- En el caso del Cu, se observa un valor anómalo, el cual corresponde a la muestra MG67 localizada en la línea 6. Los valores de las muestras MG19 y MG59 no fueron considerados en análisis por ser valores de veta.

- En el caso de Zn este presenta 2 valores anómalos los cuales corresponden a las muestras MG9 y MG82 que aparecen en la línea 1 y en la 7 respectivamente, los valores de las muestras MG7, -- MG8, MG19, MG20, MG45, M59 no fueron considerados en análisis -- por ser valores de veta o por tener valores de concentración muy altos.

- Para los elementos Mn y Sb no se determinaron valores anómalos, ya que no se encontró ningún valor mayor al del Threshold.

La línea 1 del elemento Sb no se graficó debido a que la mayoría de los valores no fueron tomados en cuenta para el análisis estadístico.



## V. CONCLUSIONES.

Del tratamiento estadístico realizado con los valores finales de concentración (Tabla No. 2) de cada uno de los elementos (Cu, Zn, Mn, Sb, Pb). sólo se determinaron 5 valores mayores al valor de Umbral (Threshold), los cuales corresponden uno al elemento Cu, 2 al Zn y 2 al Pb. El hecho de haber determinado 5 valores anómalos de un total de 91 en cada uno de estos elementos (Cu, Zn, Pb) se concluye que estos valores anómalos no son significativos.

En cuanto a la probable existencia de halos de dispersión de cada uno de los 5 elementos en la roca encajonante, no se observa un decrecimiento en la concentración a partir del cuerpo mineralizado (Ver gráficas que aparecen en el Anexo E); Según el principio teórico la presencia de estos se manifiesta por un decrecimiento a partir del yacimiento mineral a través de la roca encajonante y lateralmente hacia afuera. (Levinson, 1980. p. 51-52).

El hecho de no haber encontrado anomalías geoquímicas y halos de dispersión, se puede deber a las siguientes razones:

- 1) Las muestras que se tomaron para este estudio, no eran homogéneas en su totalidad, es decir, tanto existen rocas alteradas como no alteradas. En un estudio litogeoquímico es un factor importante que la roca no este alterada, ya que en esta los elementos que pudieran existir nos indicarían valores

anómalos diferentes, a los que puede presentar una roca que no ha sido afectada por el intemperismo químico.

- 2) Algunas de las muestras obtenidas pertenecen a dos tipos de litología (mármol y pizarras), estas muestras eran molidas juntas obteniendo una mezcla homogénea de dichas muestras. - Como ya fue establecido en el Capítulo IV.- IV.1, los valores de Background deben ser diferentes para cada tipo de litología, por lo tanto un análisis mixto puede conducir a valores de anomalías falsas.

Para determinar la posible influencia del tipo de roca en los valores de concentración para los diferentes elementos se realizó un Análisis de Varianzas, (Haber y Runyon, 1973). - Los resultados se encuentran en el Anexo (F).

El Análisis de Varianzas sólo incluye 3 tipos de roca agrupados de la siguiente manera:

Grupo P: Formado por los valores de concentración de rocas que en su totalidad son pizarras (P) y por rocas donde existen pizarras en mayor proporción con respecto al mármol (Pm).

Grupo M: Formado por valores de mármol (M) y de mármol mayor que pizarras (Mp).

Grupo PM; Constituido por valores de pizarras en igual proporción con respecto al mármol.

Del anterior Análisis se obtuvo que para los elementos Pb, Zn, Cu y Mn, los valores de las medias son No significativas, es decir, que entre los grupos de roca presentes no existe influencia en los valores de concentración para dichos elementos.

En el caso de Sb, se observa que las diferencias entre las medias de los 3 grupos de roca Son significativas. Esto nos da a pensar que existe una influencia del tipo de roca para el antimonio.

### 3) Errores Analíticos:

- El método de ataque puede también ser motivo de errores considerando que el método empleado no sea el adecuado para lograr una liberación total de los elementos buscados en las muestras.
- Precisión del instrumento: Es importante el límite de detección del aparato de Absorción Atómica ya que si se está analizando un elemento que llega al límite de detección el valor obtenido no será el exacto. En el caso de los elementos eliminados en este trabajo (Ag, Cd) puede tratarse de este problema, ya que existen valores con la misma concentración

(ver sus respectivas gráficas en el Anexo (C)) indicando el límite de detección, para cada una de las 2 Series (Serie 1 y Serie 1').

- Errores en la preparación. Es posible que existan errores en el aforo en algunas muestras, así como el descuido de dejar las muestras destapadas más de 8 horas, provocando pérdida en la concentración, esto se puede observar en las gráficas que aparecen en el Anexo (C), en donde existen varios valores, de los diferentes elementos, muy alejados de la roca de ajuste. Sin embargo, este error fué corregido en la medida de lo posible por medio del análisis de regresión.
  - Valores de lectura falsos debido a fallas humanas o ruido del instrumento.
- 4) No existe halo de dispersión primaria debido a la baja permeabilidad de la roca.

## R E F E R E N C I A S

- 1.- Campa, M.F. (1974). La secuencia Mesozoica volcánica sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx. Teloloapan, Gro. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana XXXV, 7-28.
- 2.- Campa, M.F. (1977). La evolución tectónica y la mineralización en la región de Valle de Bravo, Méx. e Iguala, Gro. Memoria Técnica de la XII Convención de la A.I.M.M.G.M.
- 3.- Hawkes, H.E. Webb, J.S. (1962). Geochemistry in Mineral Exploration. Harper and Row Publishers, New York and Evanston, pág. 19.
- 4.- Haber, A. Runyon, R.P. (1972). Estadística General. Fondo Educativo Interamericano, pág. 250-254.
- 5.- Lepetier C (1969). A simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation, Economic Geology, Vol. 64, pág. 538-544
- 6.- Levison (1980) Introduction to Exploration Geochemistry. Applied Publishing. pág, 50-52

- 7.- Park and Mac Diarmid (1970). Ore Deposits. Mc. Graw Hill. -  
pág. 221-226.
- 8.- Rodríguez, S.A. y Jonguitud, R.N. (1982) Informe Geológico  
del Distrito Minero de Sultepec, Edo. de México.- Informe -  
de la asignatura Geología de Campo Avanzada.- Facultad de -  
Ingeniería.- UNAM.
- 9.- Trigos, G.S. (1981) Estudio Petroológico de las vetas y Roca  
Encajonante del Distrito Minero de Sultepec. Tesis Profesio  
nal.- Facultad de Ingeniería.- UNAM.

A N E X O

( A )

PETROGRAFIA

## A N E X O (A)

## P E T R O G R A F I A

## MUESTRA MG3

## Descripción Megascópica:

Se observa una intercalación de 2 tipos de roca: Una de grano fino, de color gris oscuro al fresco y pardo rojizo al intemperismo, foliada, con lustre graso y fractura astillosa.

La otra roca presenta textura de grano fino a medio, color gris claro al intemperismo y gris oscuro al fresco con vetillas de calcita cortando la foliación.

## Descripción Microscópica:

Se observan 2 tipos de roca, una con textura de grano muy fino -- (Criptocristalina: cpc), presenta clorita en textura escamosa, -- muy plegada, con minerales opacos paralelos a la foliación, presenta cristales (cpc) de cuarzo orientados según planos de foliación, además de observan vetillas de calcita cortando la foliación.

La segunda roca de grano fino, presenta pequeños cristales de cal



cita (cpc) y cuarzo en vetillas paralelas a la foliación, así como minerales opacos.

Mineralogía (Roca de grano muy fino).

Mineralogía	Porcentajes	Tamaños (micras)
Cuarzo	20%	cpc
Min. Opacos	35%	cpc
Calcita de segregación	2%	10
Clorita	43%	cpc

Clasificación:

PIZARRA

Mineralogía (Roca de grano fino).

Mineralogía	Porcentajes	Tamaño (micras)
Calcita	85%	cpc
Cuarzo	10%	8
Cuarzo de segregación	5%	10

Clasificación:

MARMOL

MUESTRA MG17

Descripción Megascópica:

Roca de grano fino-medio, de textura foliada, de color gris amarillento al intemperismo y gris verdoso al fresco, compacta, con vetillas de cuarzo y calcita que cortan la foliación, además presenta un lustre satinado.

Descripción Microscópica:

Roca de grano fino, foliada con gran cantidad de calcita con textura en forma de mosaicos, minerales opacos paralelos a dicha foliación, así como vetillas de calcita que la cortan.

Mineralogía	Porcentaje	Tamaño (micras)
Calcita	60%	cpc
Min. Opacos	20%	cpc
Cuarzo	15%	6
Calcita de segregación	5%	5

Clasificación:

MARMOL DE CUARZO

MUESTRA MG71

Descripción Megascópica:

Roca que presenta laminaciones que van de 0.3 - 1 cm, con lustre sacaroides, color oscuro al intemperismo, roca de grano fino, compacta.

Descripción Microscópica:

Textura de grano fino, compuesta en su mayoría por calcita cripto cristalina. Se observa calcita de segregación relleno de fracturas. Presenta foliación.

Los minerales opacos se encuentran distribuidos indistintamente.

Mineralogía	Porcentaje	Tamaño (micras)
Calcita	80%	cpc
Calcita de segregación	15%	30
Min. Opacos	5%	4

Clasificación:

MARMOL

MUESTRA MG91

Descripción Megascópica:

Roca muy alterada de color amarillento al fresco y gris verdoso al intemperismo, foliada presentando un lustre satinado.

Descripción Microscópica:

Roca de grano fino, textura foliada, presenta vetillas de calcita que cortan la foliación. Se observan minerales opacos paralelos - a dicha foliación.

Mineralogía	Porcentajes	Tamaños (micras)
Calcita	90%	cpc
Calcita de segregación	6%	16
Min. opacos	4%	cpc

Clasificación:

MARMOL

## A N E X O

( B )

PROGRAMA DE CALCULADORA  
Y  
RESULTADOS DE r, b, m.

## PROGRAMA DE CALCULADORA

Para obtener el Coeficiente de Correlación (r) y los datos necesarios para la construcción de la recta de ajuste (b,m).

T.I. / PROGRAMABLE 57 ( Texas Instrument )...

LRN

2nd + R/S RST

2nd Lbl 0

RCL 5 ÷ RCL 0 - 2nd

$\bar{x}$  X INV 2nd  $\bar{x}$  =

÷ INV 2nd 5<sup>2</sup> =

INV SBR

2nd Lbl 1

SBR 0 X INV 2nd  $\bar{x}$

+/- + 2nd  $\bar{x}$  =

INV SBR

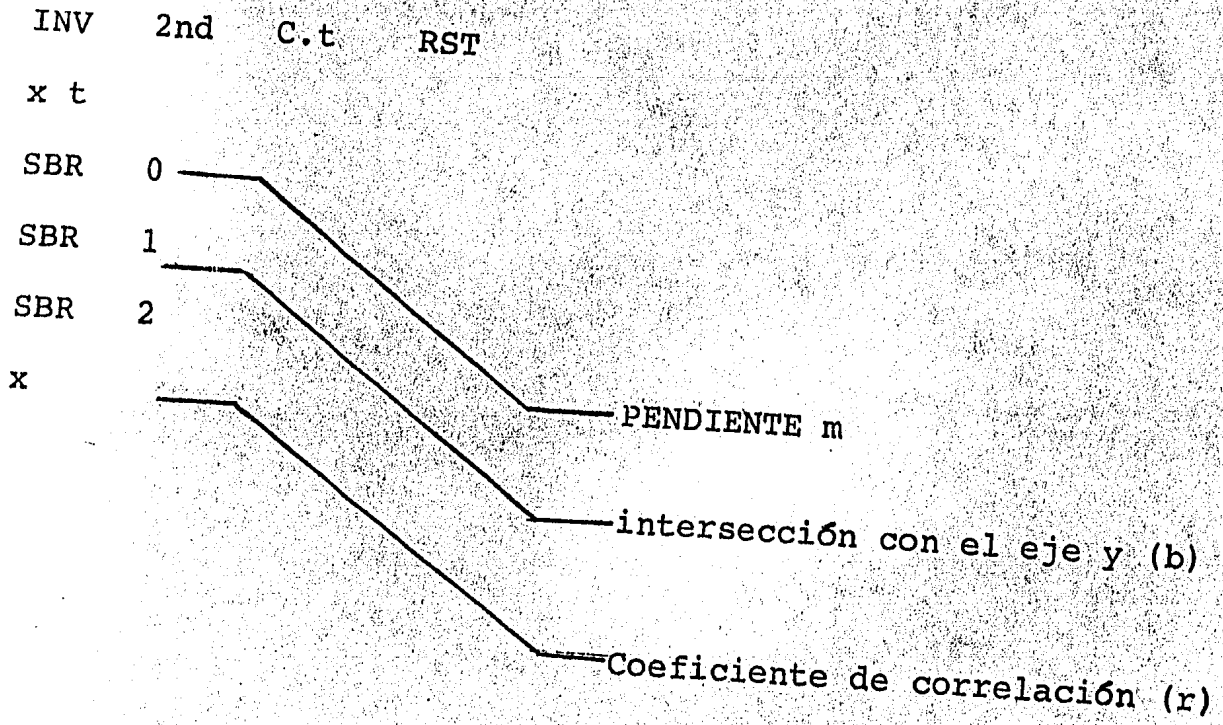
2nd Lbl 2

SBR 0 X<sup>2</sup> ÷ 2nd

X INV 2nd 5<sup>2</sup> =

INV SBR

LRN



Valores obtenidos por el programa de calculadora para las gráficas de las series C.F' - C.F y su respectivo Coeficiente de Correlación.

Zn       $r = 0.71$   
          $m = 0.90$   
          $b = 0$

Mn       $r = 0.80$   
          $m = 1$   
          $b = 0$

Cu       $r = 0.88$   
          $m = 1.11$   
          $b = 0$

Pb       $r = 0.92$   
          $m = 1.11$   
          $b = 6$

Sb       $r = 0.92$   
          $m = 1.11$   
          $b = 0$

Valores obtenidos por el programa de calculadora para las gráficas de las series C.F. - R.M.M. y su respectivo Coeficiente de Corrección.



Pb  $r = 0.84$

$m = 0.78$

$b = 0$

Mn  $r = 0.92$

$m = 0.65$

$b = 0$

Zn  $r = 0.87$

$m = 0.87$

$b = 0$

Cu  $r = 0.80$

$m = 0.60$

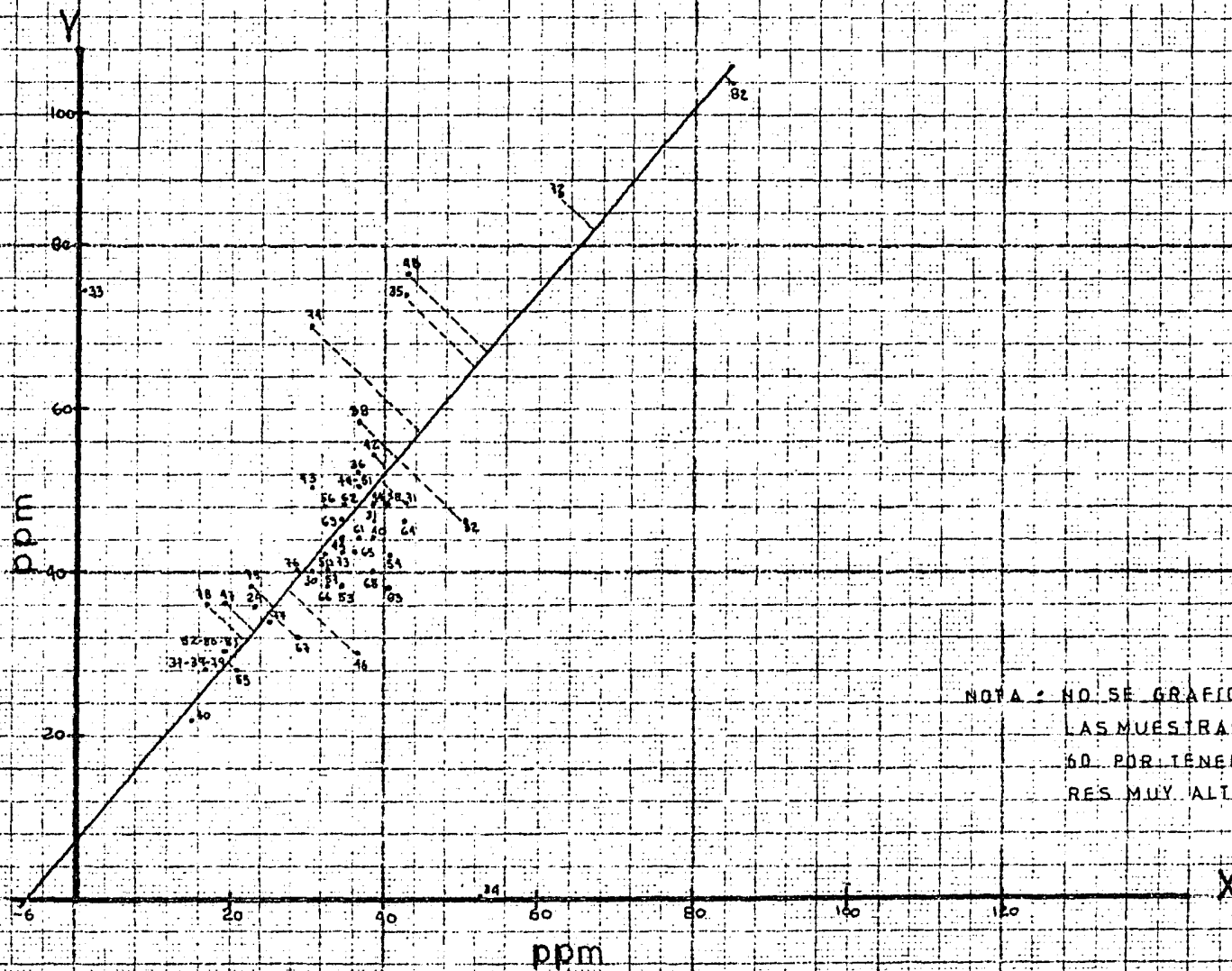
$b = 0$

A N E X O  
(C)

GRAFICAS DE LAS  
RECTAS DE AJUSTE.

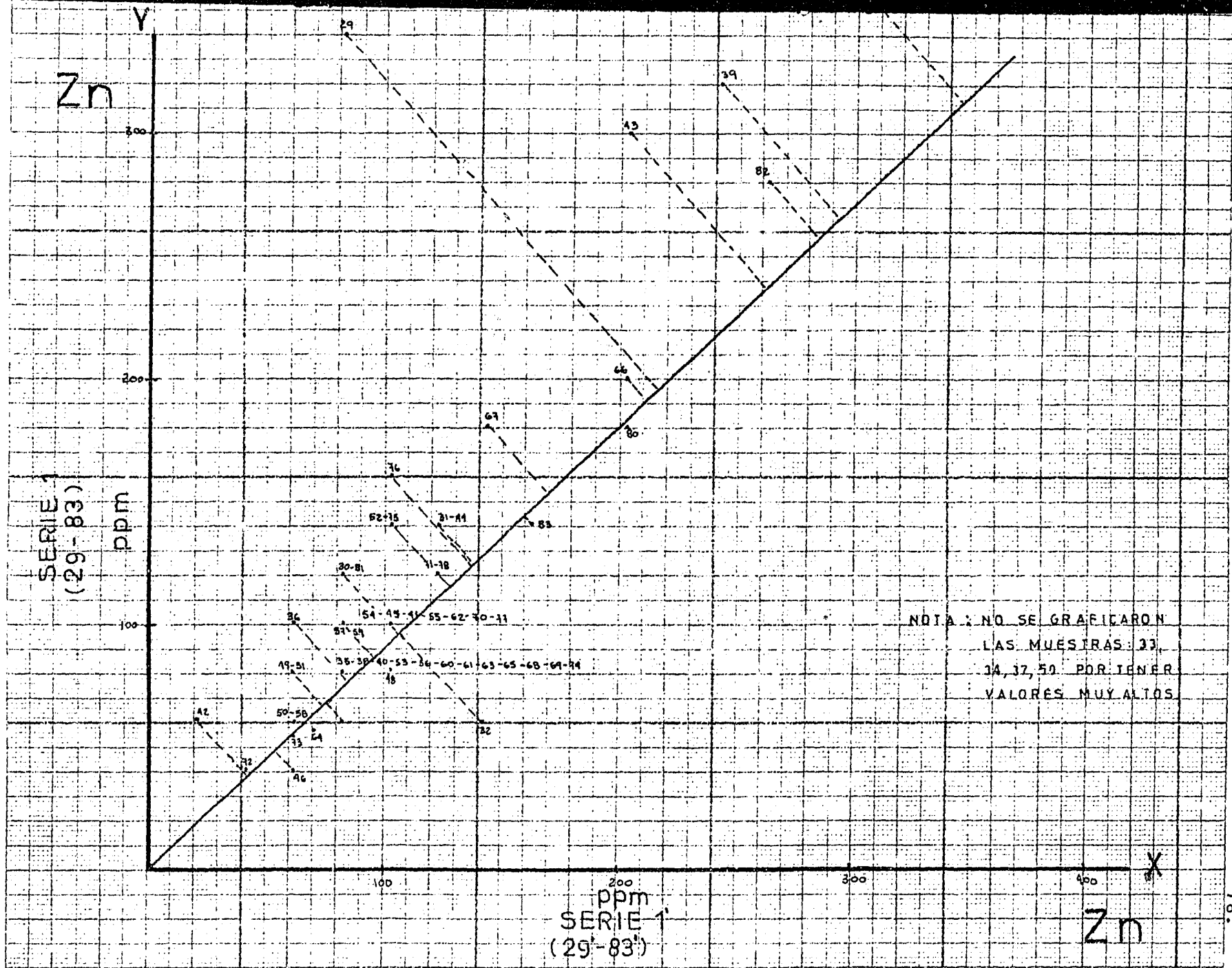
Pb

SERIE 1  
(29-83)



SERIE 1'  
(29'-83')

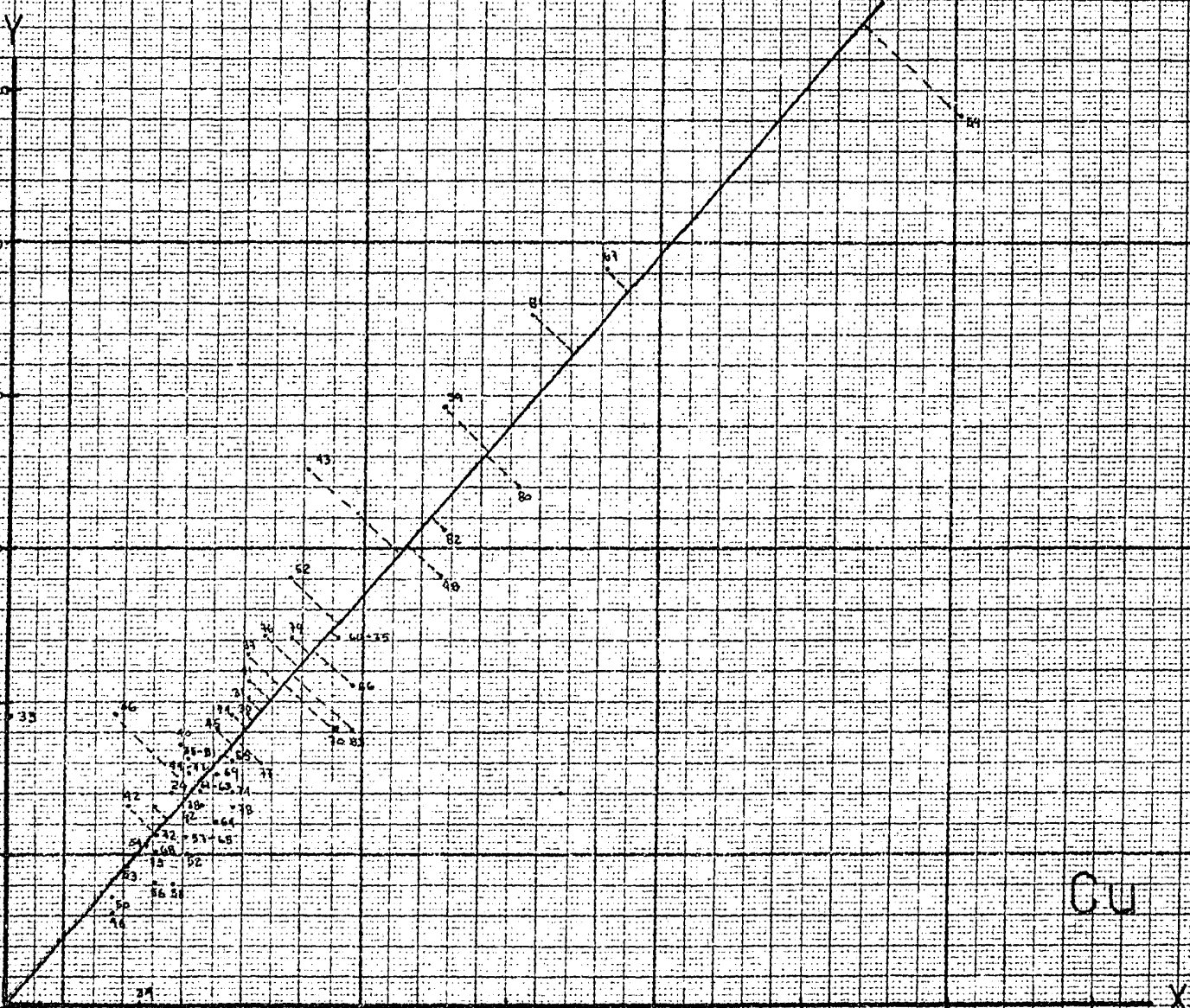
Pb



Cu

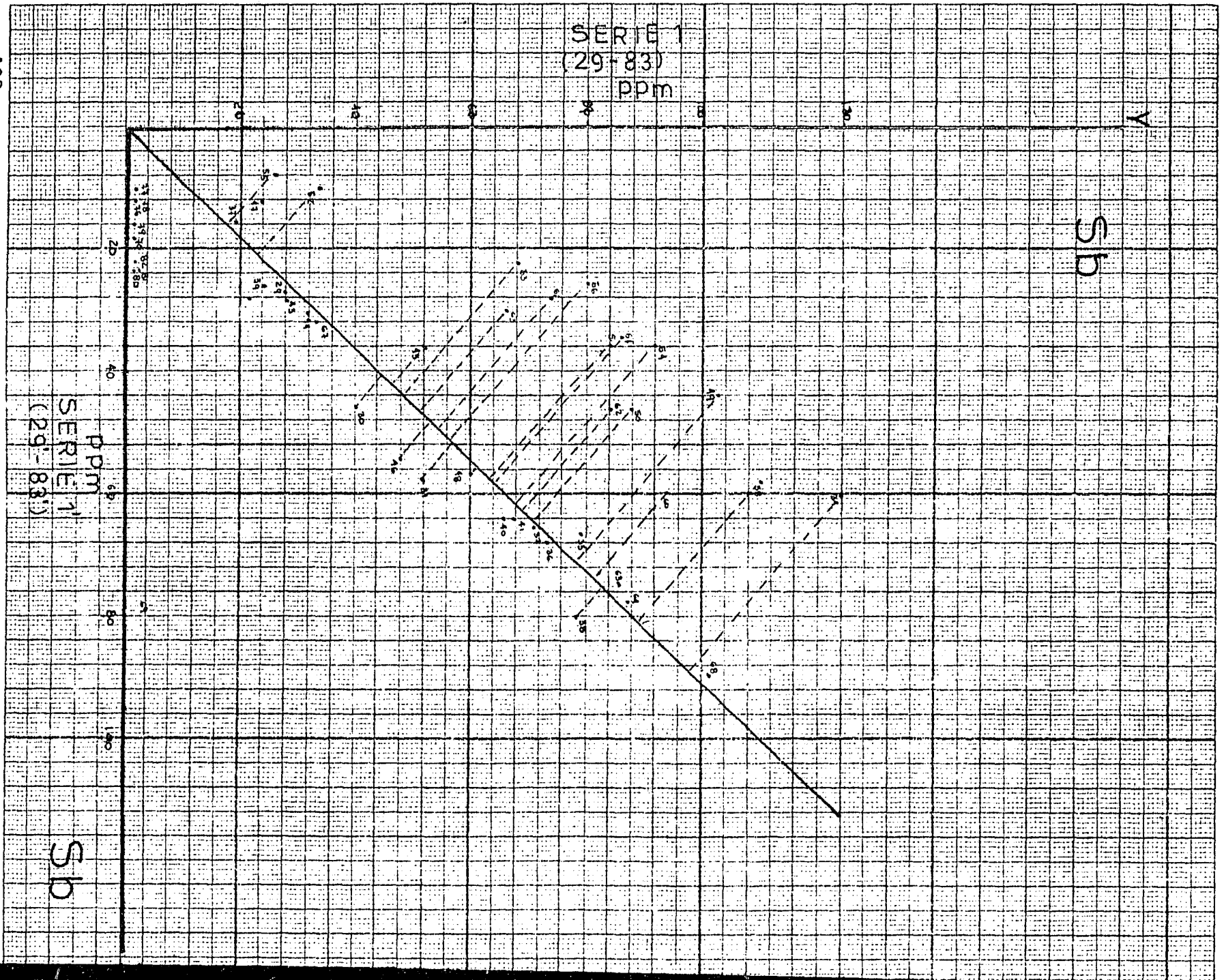
SERIE 1  
(29-83)

ppm



SERIE 1  
(29-83)

Cu

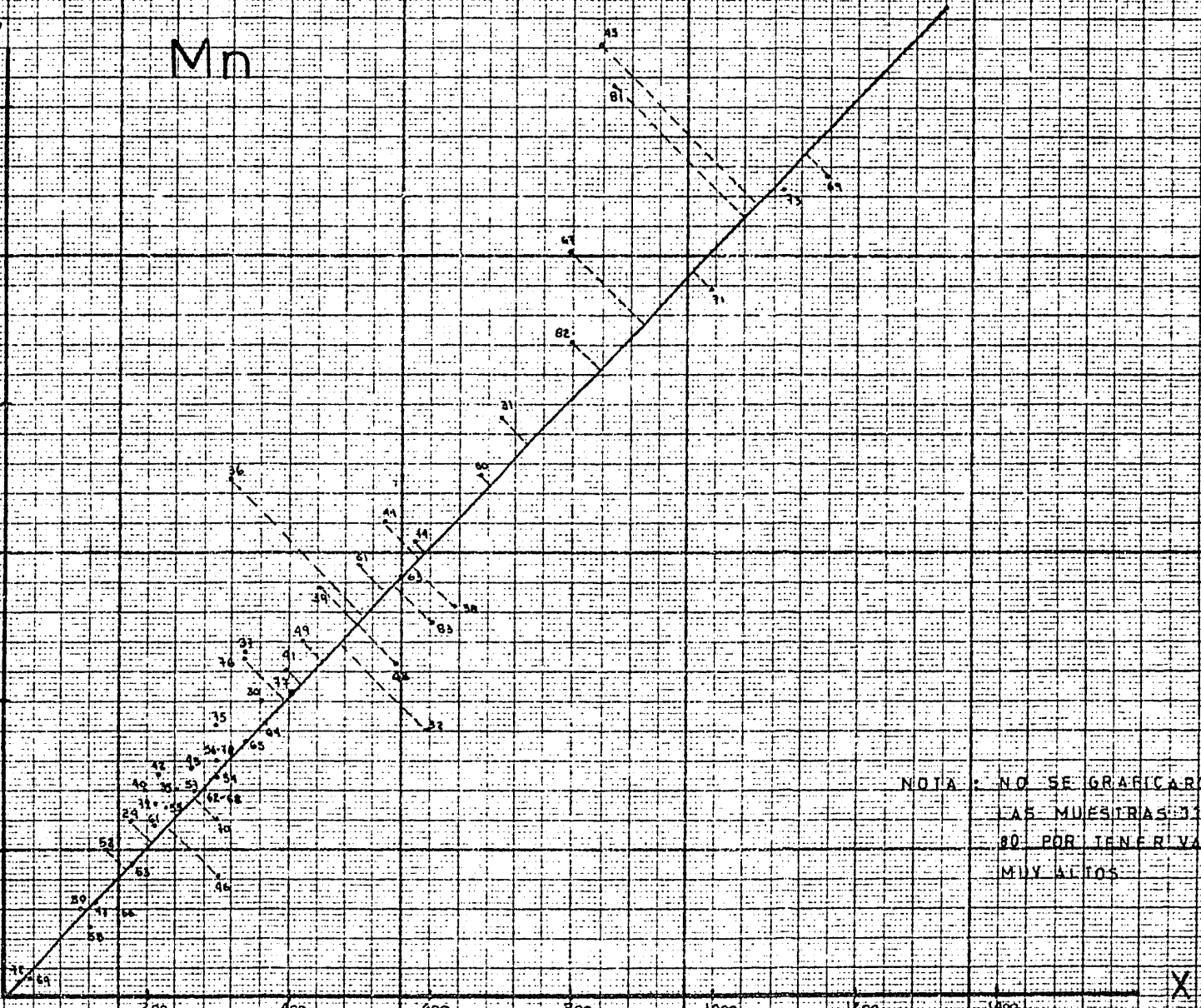


SERIE 1  
(29-83)

ppm

Y

Mn



NOTA : NO SE GRABICARON  
LAS MUESTRAS 77, 78,  
80 POR TENER VALORES  
MUY ALTOS

ppm  
SERIE 1  
(29-83)

Mn

Ag

Y

SERIE 1  
(29-83)

ppm

6

4

2

41-52-55-70-79

38

2

30-31-35-41-42-44-49-61

58-64-65-69-71

39-40-46-50-63-54-56-57-61-62-63

66-61-68-75-76-77-78-80-82-83

ppm

SERIE 1  
(29-83)

12

36-60

Ag

X



Cd

Y

32-34-40-43-47-51-55-56-57-74

83-84-85-88-91-95-99-50-54-58

59-60-61-62-63-64-65-68-69-71

70-82

SERIE 1  
(29-83)

ppm

31-33-44-52-32

29-30-55-64-67-70-73-76

77-78

46

2 ppm

SERIE 1  
(29-83)

X

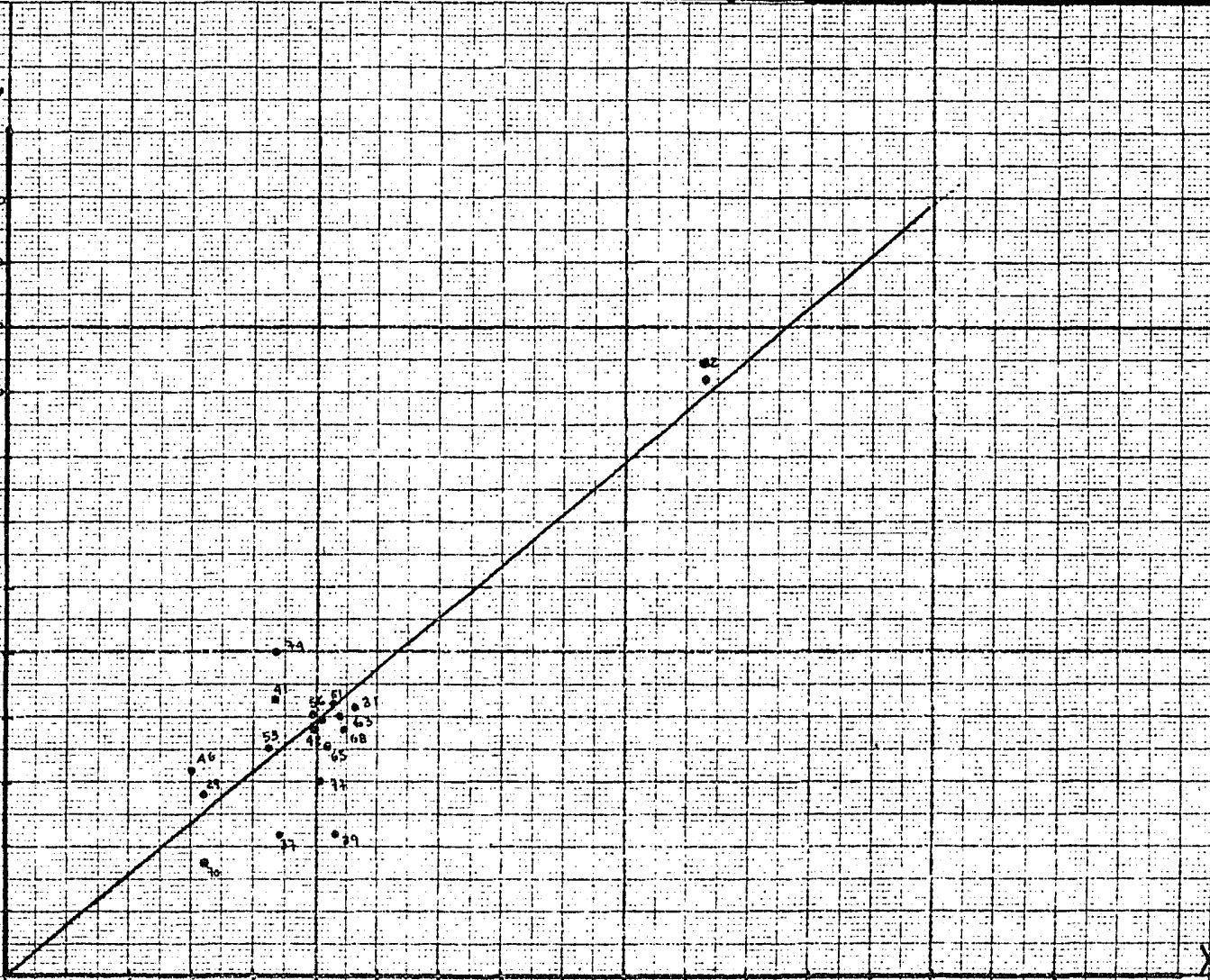
Cd

Pb

Y

SERIE  
C.F.

ppm



ppm

SERIE CRM

NOTA: NO SE GRAFICARON  
 LAS MUESTRAS  
 45, 60, 70 POR TENER  
 VALORES MUY ALTOS

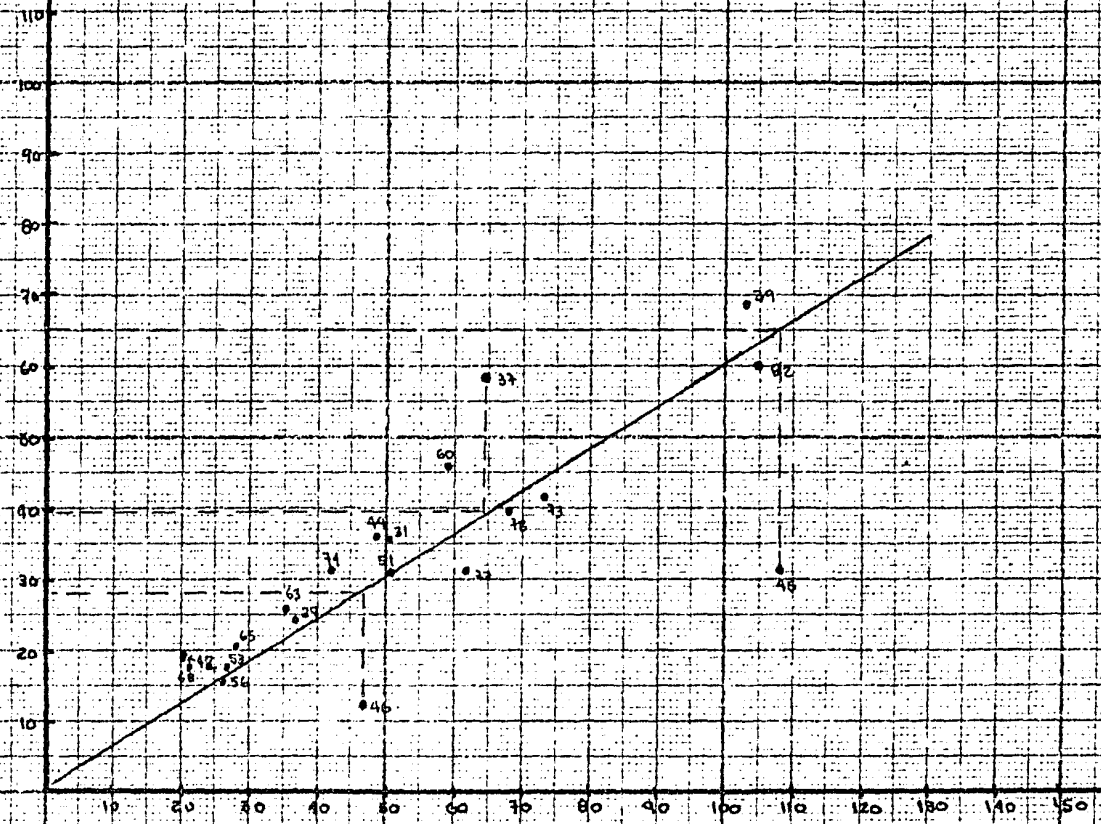
Pb

CU

Y

SERIE  
CE

ppm



ppm

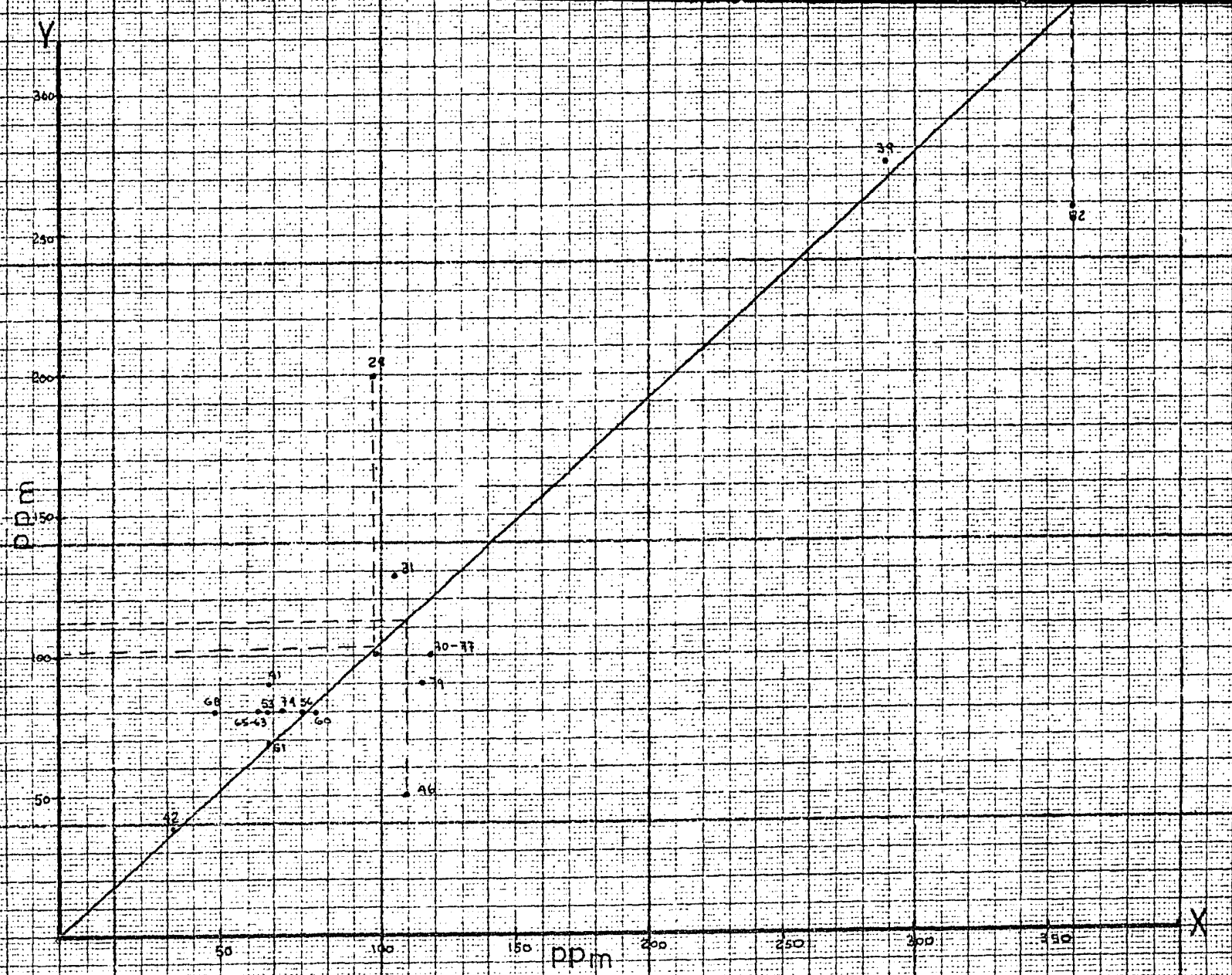
SERIE CRM

X

CU

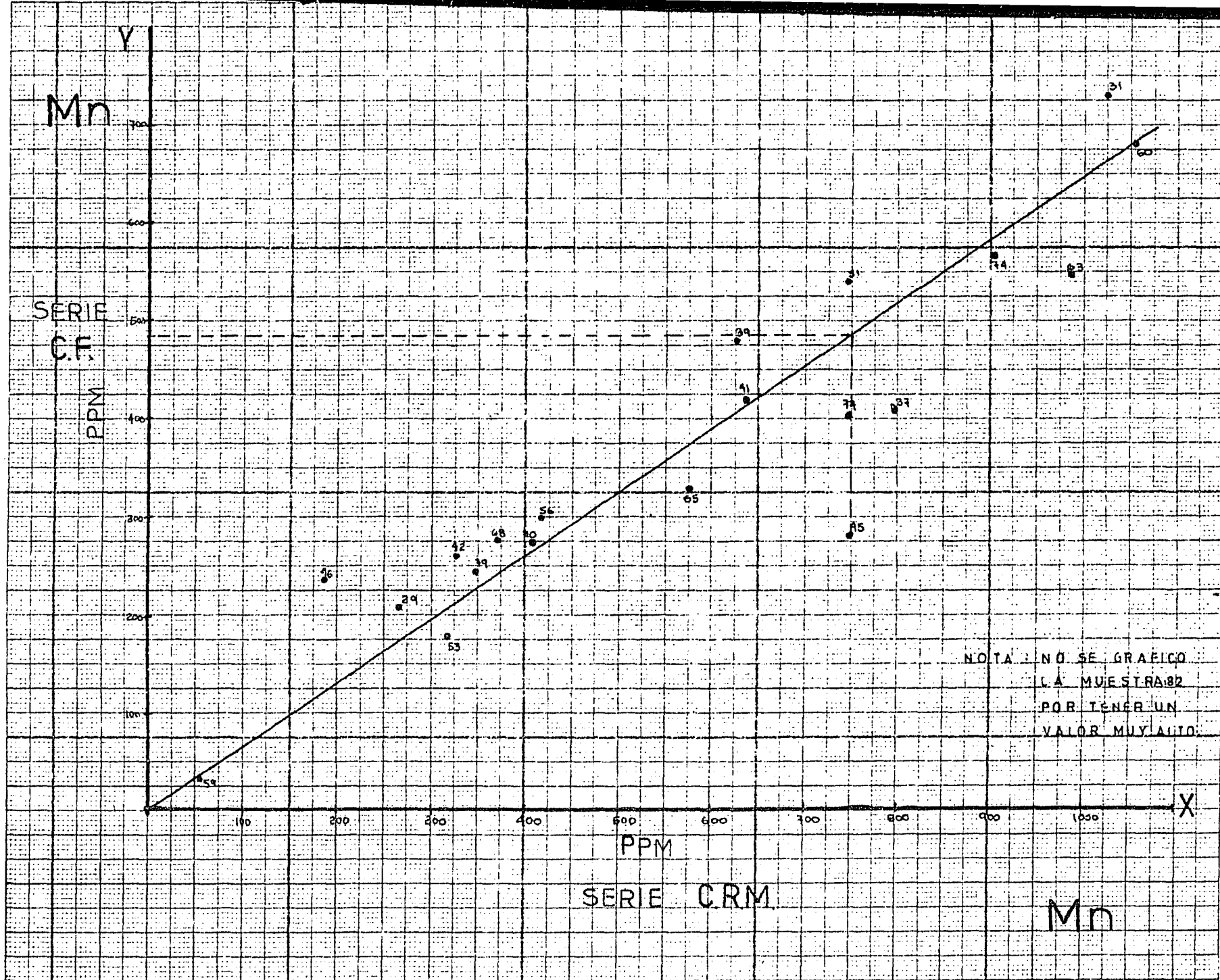
Zn

SERIE  
C.F.



SERIE C.R.M.

Zn



# A N E X O

( D )

GRAFICAS PARA LA  
OBTENCION DEL BACKGROUND  
Y THRESHOLD Y RESULTADOS.

Pb

$$R = \frac{V_{\max.}}{V_{\min.}} = \frac{102}{16} = 6.37 \quad R = 6.37$$

$$\log \text{ int} = \frac{\text{Log } R}{n}$$

$$\text{Log int} = \frac{\text{Log } 6.37}{n} = 0.05$$

$$\text{Log int} = \frac{0.8041}{n} = 0.05 \quad n = 16$$

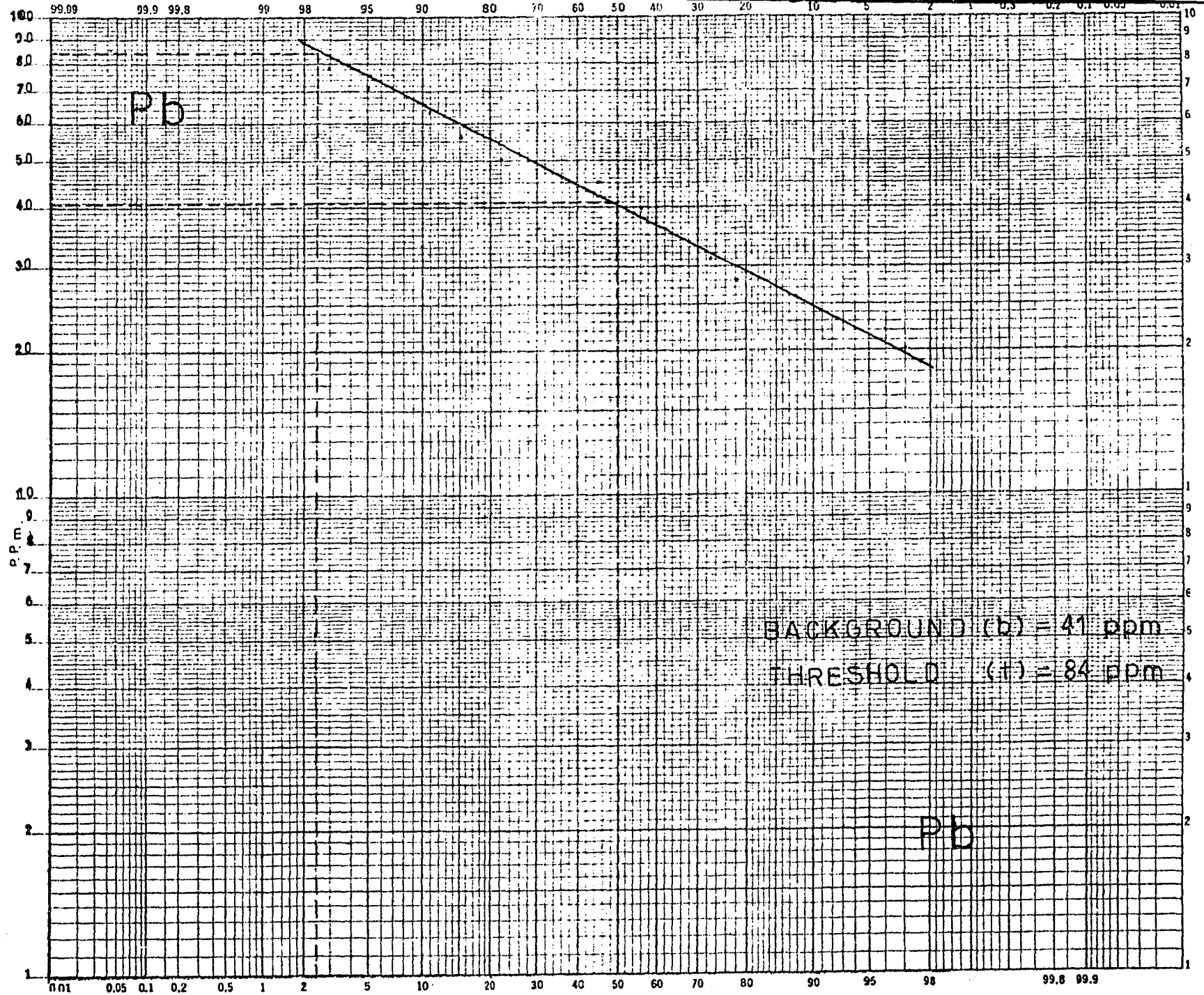
$$\text{Log } 102 = 2$$

$$\text{Log } 16 = 1.2$$

INTERVALOS (logaritmos)	CONCENTRACION (p.p.m.)	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA (%)	F.A. (fac. %)
2 - 1.95	102 - 89	2	2	2
1.95 - 1.90	89 - 79	0	0	0
1.90 - 1.85	79 - 71	1	1	3
1.85 - 1.80	71 - 63	2	2	5
1.80 - 1.75	63 - 56	5	6	11
1.75 - 1.70	56 - 50	3	4	15
1.70 - 1.65	50 - 45	6	7	22
1.65 - 1.60	45 - 40	19	23	45
1.60 - 1.55	40 - 35	9	11	56
1.55 - 1.50	35 - 31	5	6	62
1.50 - 1.45	31 - 28	9	11	73
1.45 - 1.40	28 - 25	4	5	78

INTERVALOS (logaritmos)	CONCENTRACION (p.p.m.)	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA (%)	F.A. (fac.%)
1.40 - 1.35	25 - 22	9	11	89
1.35 - 1.30	22 - 20	6	7	96
1.30 - 1.25	20 - 18	1	1	97
1.25 - 1.20	18 - 16	1	1	98





Cu

$$R = \frac{V_{\max.}}{V_{\min.}} = \frac{88}{14} = 6.28 \quad R = 6.28$$

$$\log \text{int} = \frac{\text{Log } R}{n}$$

$$\text{Log int} = \frac{\text{Log } 6.28}{n} = 0.05$$

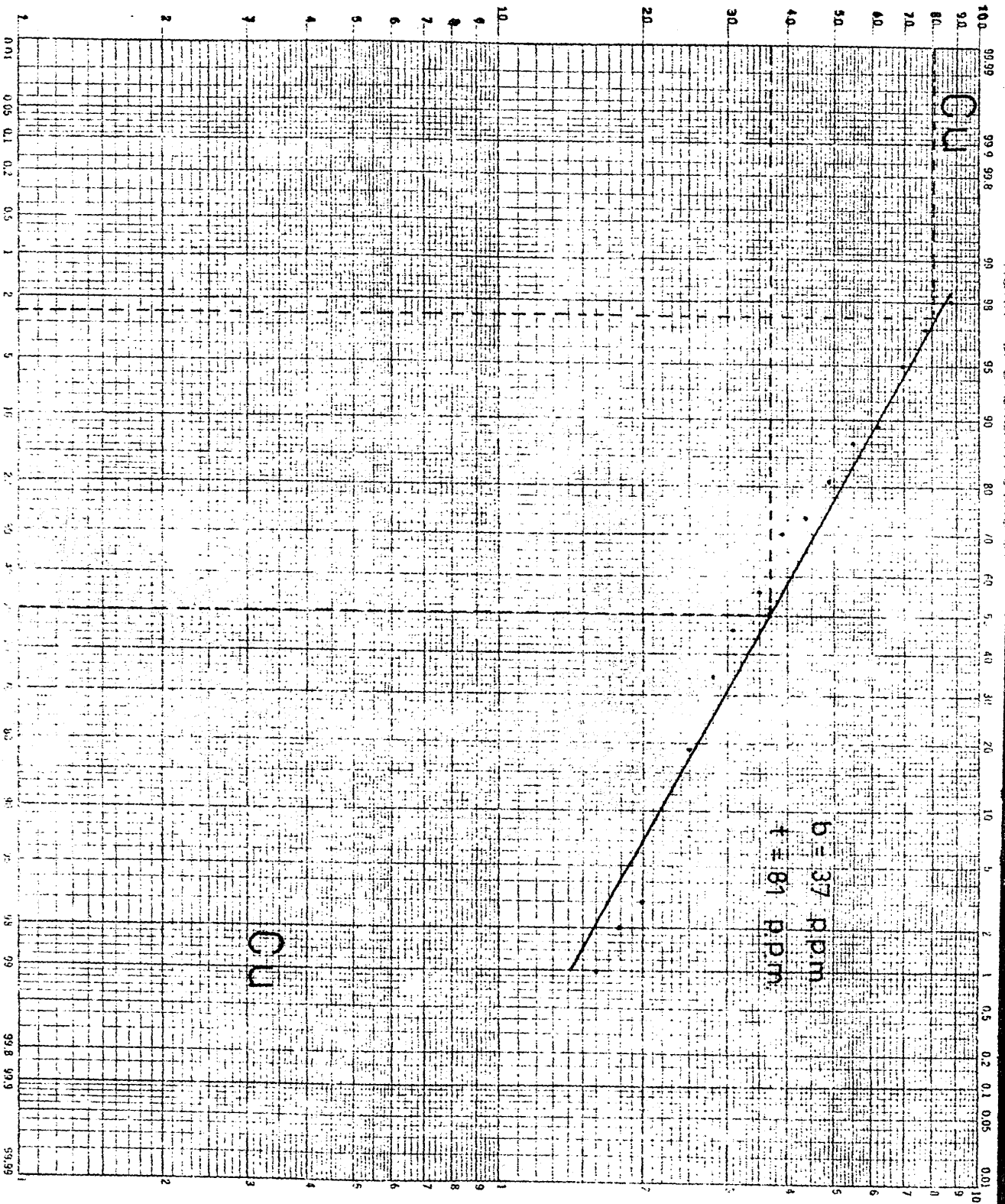
$$\text{Log int} = \frac{0.801}{n} \quad 0.05 \quad n = 16$$

$$\text{Log } 88 = 1.94$$

$$\text{Log } 14 = 1.14$$

INTERVALOS (Logaritmos)	CONCENTRACION (p.p.m.)	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA (%)	F.A. (fac. %)
1.94 - 1.89	88 - 77	2	2	2
1.89 - 1.84	77 - 70	1	1	3
1.84 - 1.79	70 - 62	2	2	5
1.79 - 1.74	62 - 55	5	6	11
1.74 - 1.69	55 - 49	2	2	13
1.69 - 1.64	49 - 44	5	6	19
1.64 - 1.59	44 - 39	6	7	26
1.59 - 1.54	39 - 35	3	4	30
1.54 - 1.49	35 - 31	11	14	44
1.49 - 1.44	31 - 28	8	10	54
1.44 - 1.39	28 - 25	10	12	66
1.39 - 1.34	25 - 22	12	15	81
1.34 - 1.29	22 - 20	7	9	90
1.29 - 1.24	20 - 18	6	7	97
1.24 - 1.19	18 - 16	1	1	98
1.19 - 1.14	16 - 14	1	1	99

P.P.M.



Zn

$$R = \frac{V_{\max.}}{V_{\min.}} = \frac{340}{38} = 8.95$$

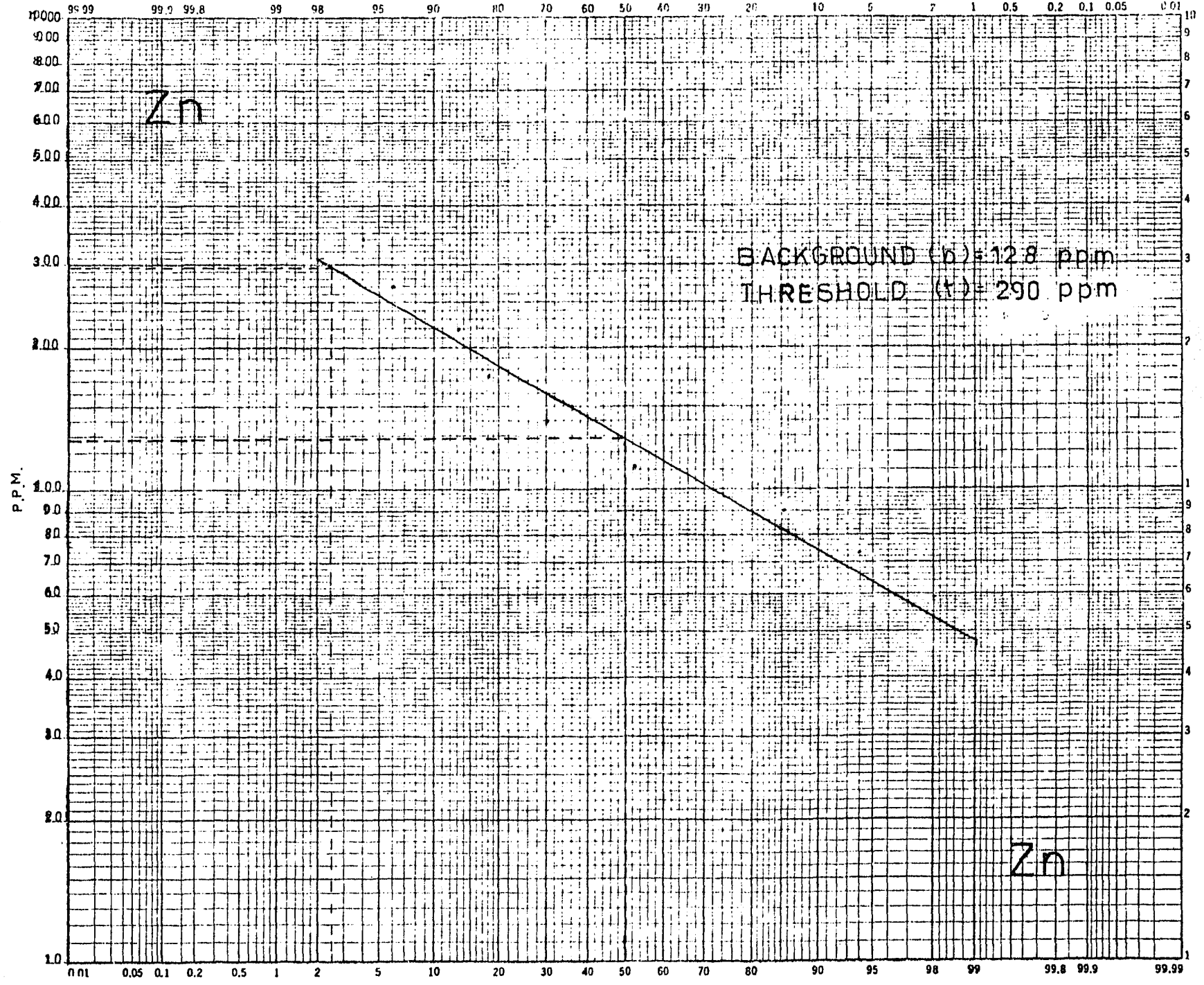
$$\text{Log int} = \frac{\log 8.95}{n} = 0.095$$

$$\text{Log int} = \frac{0.95}{n} = 0.095 \quad n = 10$$

$$\text{Log } 340 = 2.53$$

$$\text{Log } 38 = 1.58$$

INTERVALOS (Logaritmos)	CONCENTRACION ( p.p.m. )	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA ( % )	F.A. (fac.%)
1.580 - 1.675	38 - 47.3	1	1	99
1.675 - 1.770	47.3 - 58.9	3	4	98
1.770 - 1.865	58.9 - 73.3	7	9	94
1.865 - 1.960	73.3 - 91.2	27	33	85
1.960 - 2.055	91.2 - 113.5	10	12	52
2.055 - 2.150	113.5 - 141.3	18	22	40
2.150 - 2.245	141.3 - 175.8	4	5	18
2.245 - 2.340	175.8 - 218.8	6	7	13
2.340 - 2.435	218.8 - 272.3	2	2	6
2.435 - 2.530	272.3 - 340	3	4	4



Mn

$$R = \frac{V_{max.}}{V_{min.}} = \frac{1130}{40} = 28.25$$

$$\text{Log int} = \log \frac{28.25}{n} = 0.12$$

$$\text{Log int} = \frac{1.45}{n} = 0.12 \quad n = 12$$

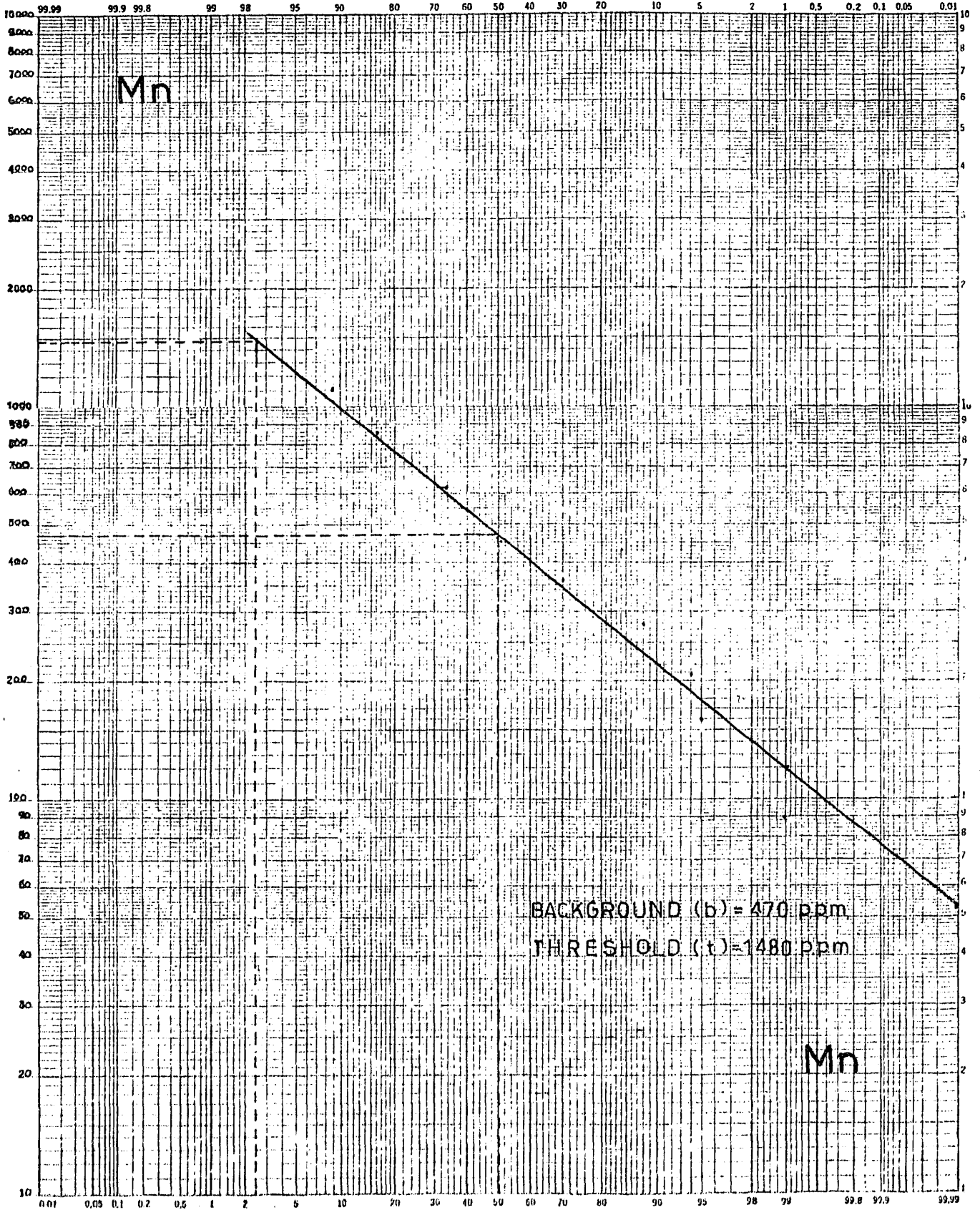
$$\text{Log } 1130 = 3.05$$

$$\text{log } 40 = 1.60$$

INTERVALOS (logaritmos)	CONCENTRACION (p.p.m.)	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA (%)	F.A. (Fac. %)
1.60 - 1.72	40 - 53	1	1	100
1.72 - 1.84	53 - 69	0	0	99
1.84 - 1.96	69 - 91	0	0	99
1.96 - 2.08	91 - 120	3	4	99
2.08 - 2.20	120 - 159	1	1	95
2.20 - 2.32	159 - 209	5	6	94
2.32 - 2.44	209 - 275	13	16	88
2.44 - 2.56	275 - 363	17	21	72
2.56 - 2.68	362 - 479	15	19	51
2.68 - 2.80	479 - 631	13	16	32
2.80 - 2.92	631 - 832	6	7	16
2.92 - 3.04	832 - 1130	7	9	9

PROBABILIDADES  
X 2 CICLOS  
HORB Y CHOPERENA SUCRS. S.A.

8043-725



$$\frac{S_b}{\quad}$$

$$R = \frac{V_{\max.}}{V_{\min.}} = \frac{106}{10} = 10.6 \quad R = 10.6$$

$$\text{Log int} = \frac{\text{Log } R}{n}$$

$$\text{Log int} = \frac{\log 10.6}{n} = 0.06$$

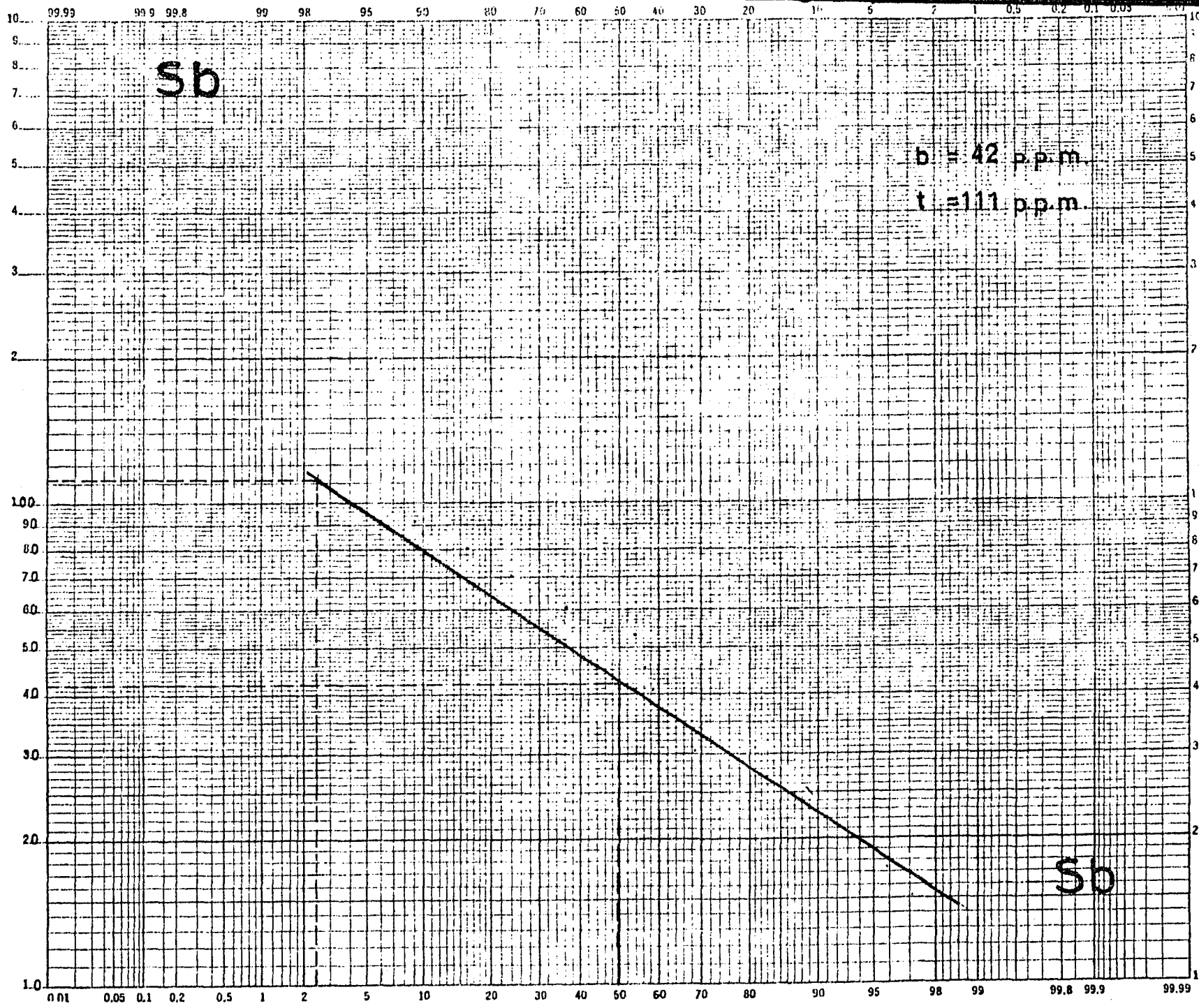
$$\text{Log int} = \frac{1.02}{n} = 0.06 \quad n = 17$$

$$\log 106 = 2.02$$

$$\text{Log } 10 = 1$$

INTERVALOS (logaritmos)	CONCENTRACION (p.p.m.)	FRECUENCIA (f)	FRECUENCIA (%)	F.A. (fac.%)
2.02 - 1.96	106 - 91	5	6	6
1.96 - 1.90	91 - 80	5	6	12
1.90 - 1.84	80 - 70	9	12	24
1.84 - 1.78	70 - 60	9	12	36
1.78 - 1.72	60 - 53	5	6	42
1.72 - 1.66	53 - 46	8	10	52
1.66 - 1.60	46 - 40	1	1	53
1.60 - 1.54	40 - 35	1	1	54
1.54 - 1.48	35 - 30	6	8	62
1.48 - 1.42	30 - 26	4	6	68
1.42 - 1.36	26 - 23	8	10	78
1.36 - 1.30	23 - 18	7	9	87
1.30 - 1.24	18 - 17	0	0	87
1.24 - 1.18	17 - 15	7	9	96
1.18 - 1.12	17 - 13	1	1	97
1.12 - 1.06	13 - 11	1	1	98
1.06 - 1.00	11 - 10	1	1	99

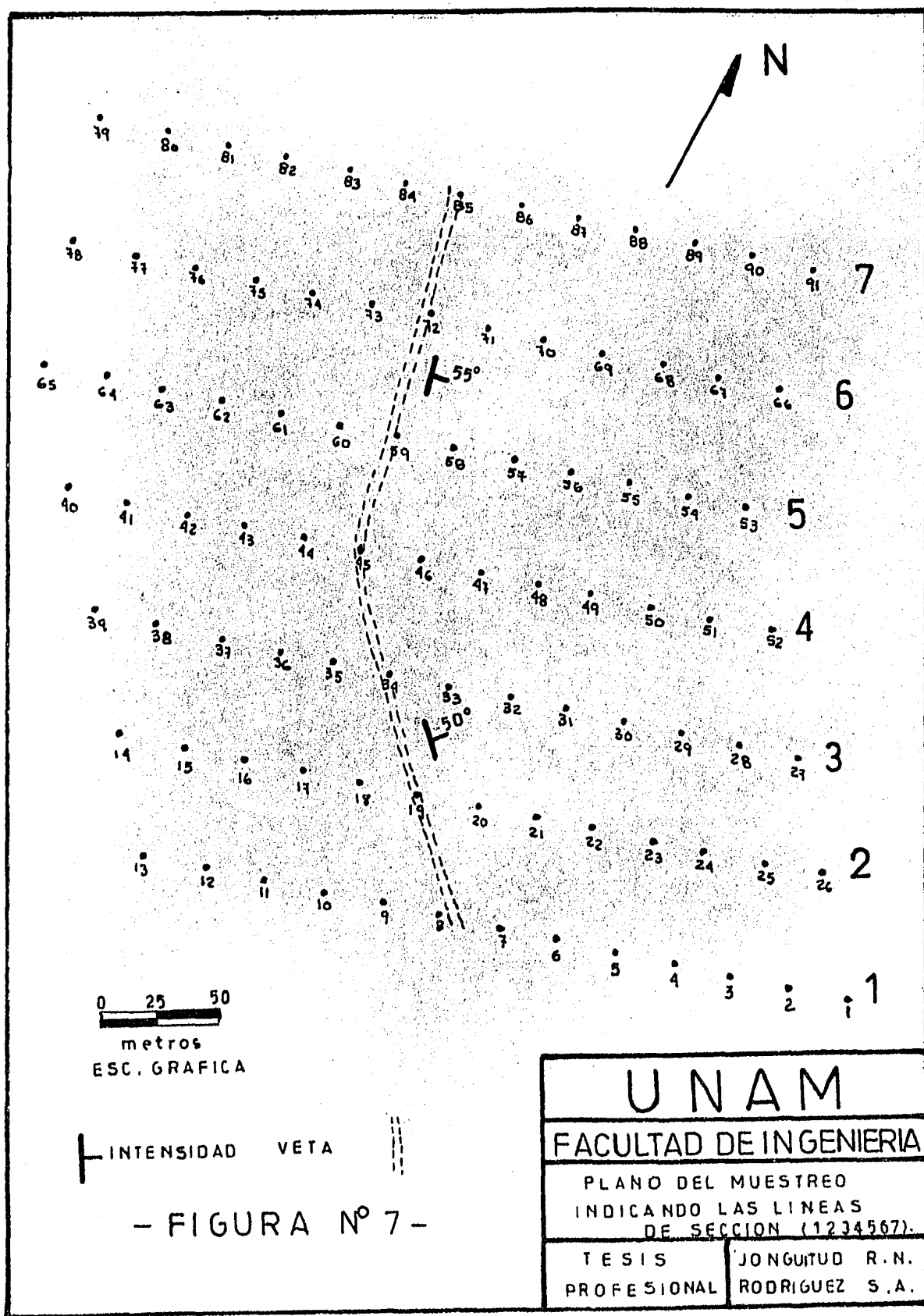


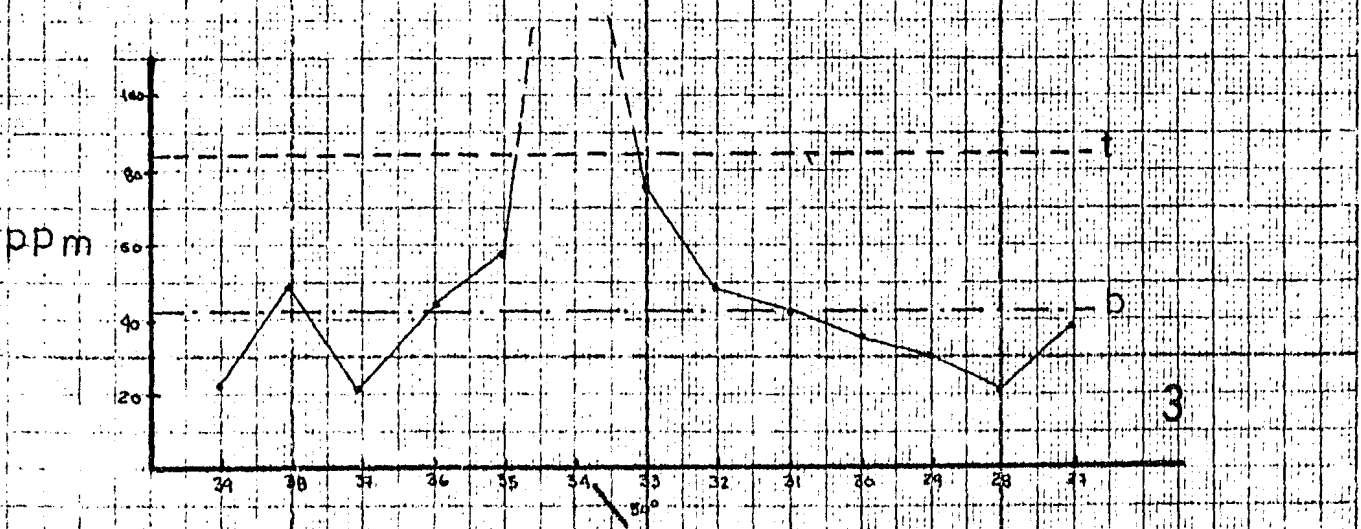
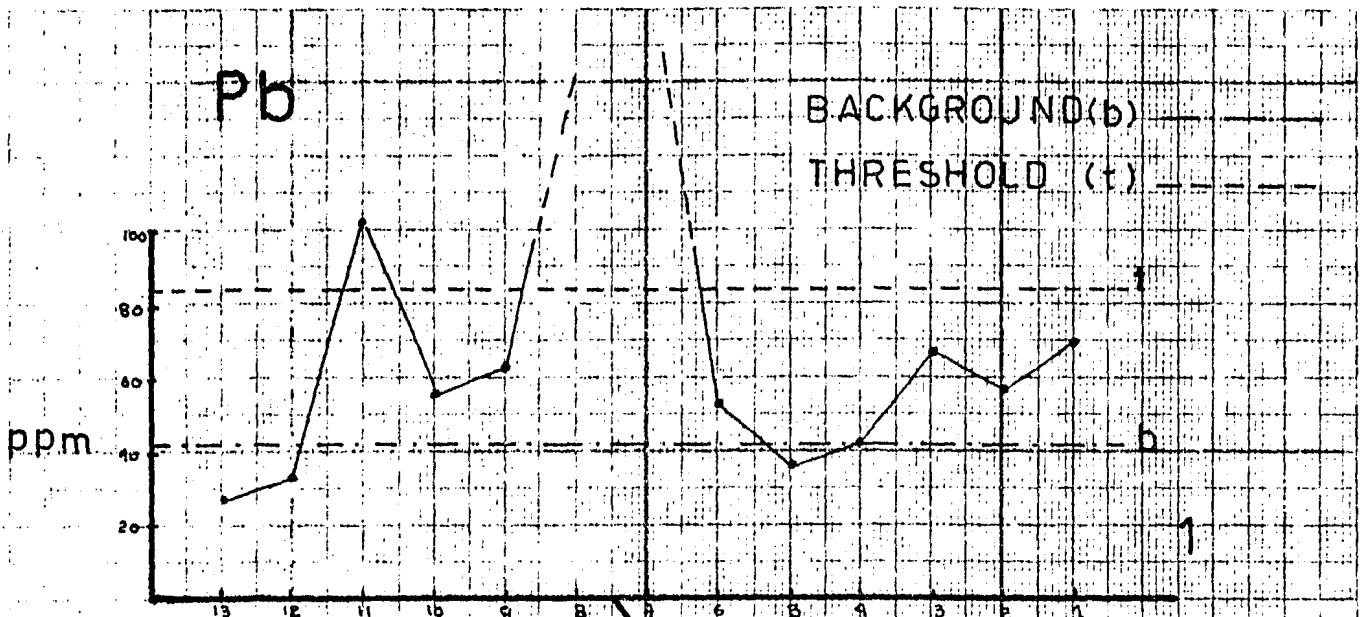


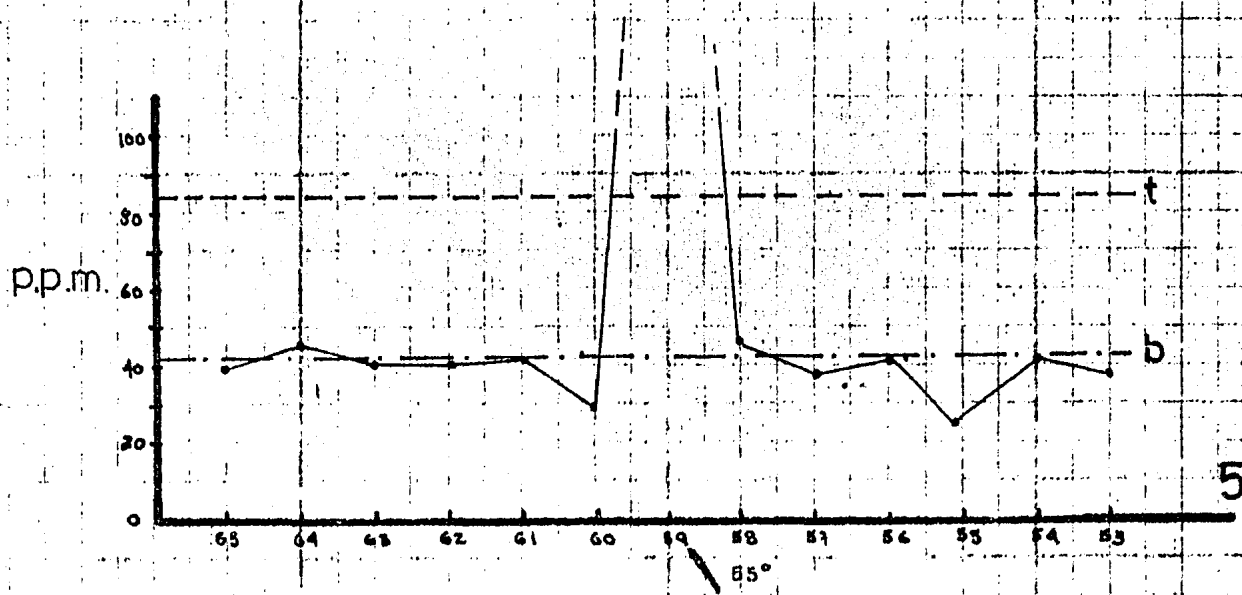
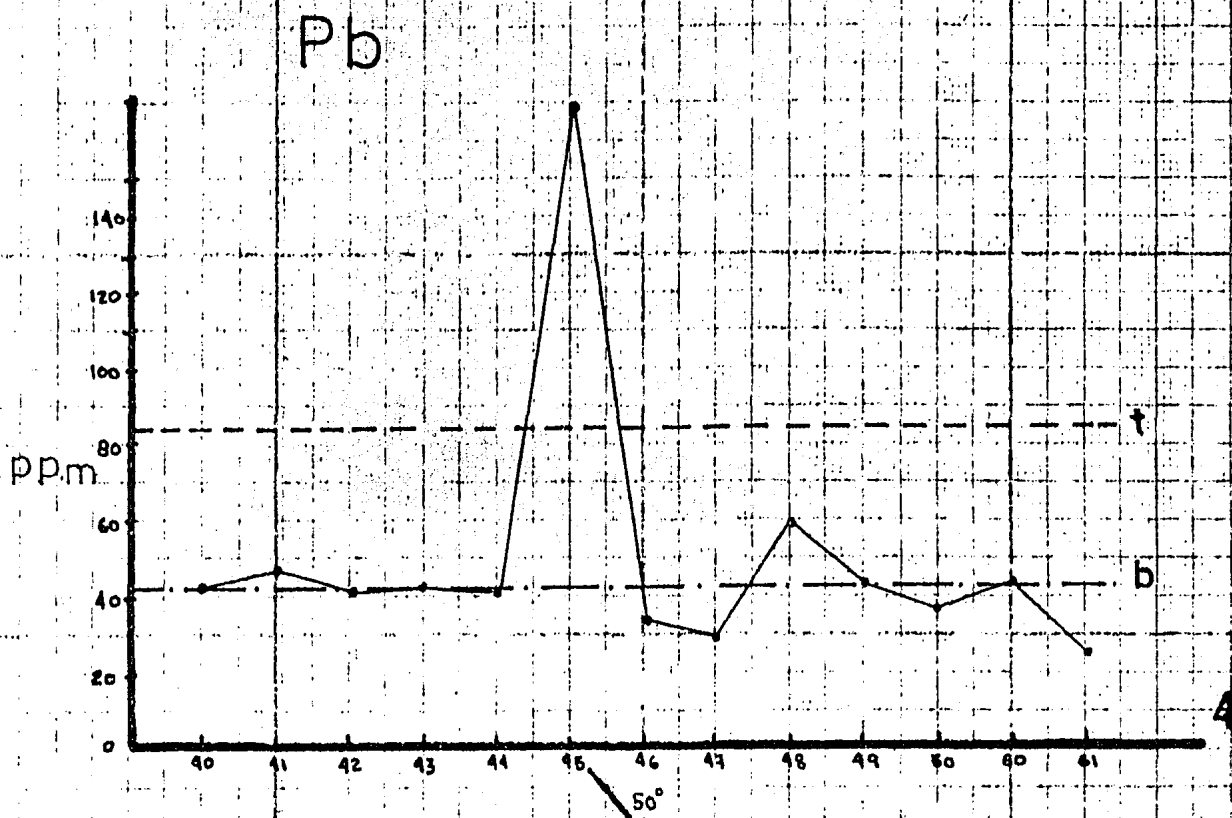
# A N E X O

( E )

GRAFICAS DE LA  
VARIACION DE CONCEN-  
TRACION POR LINEA DE  
SECCION



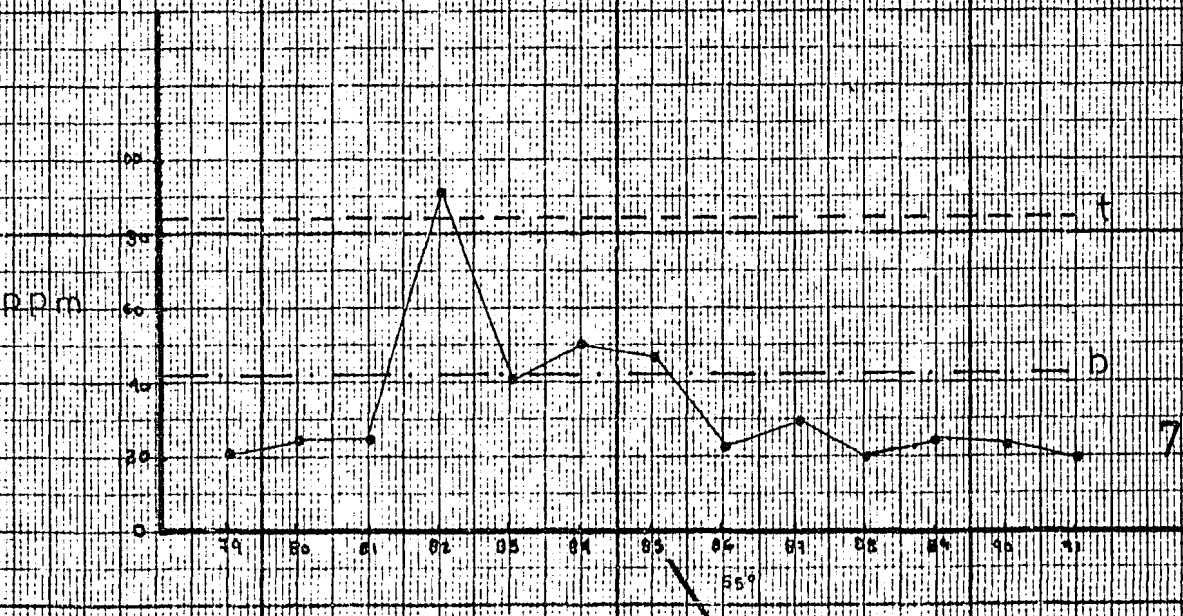
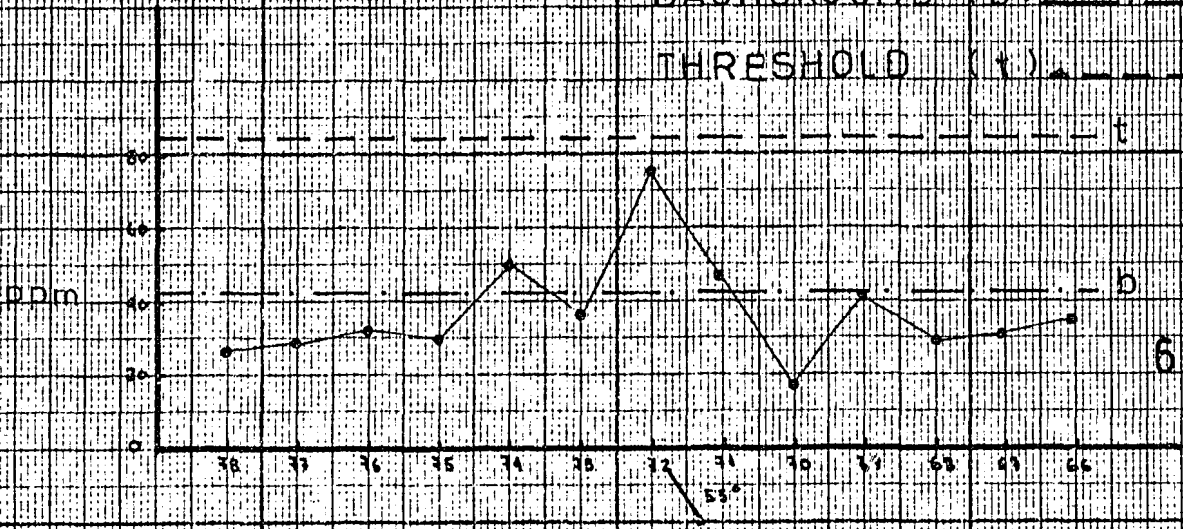




Pb

BACKGROUND (b)

THRESHOLD (t)



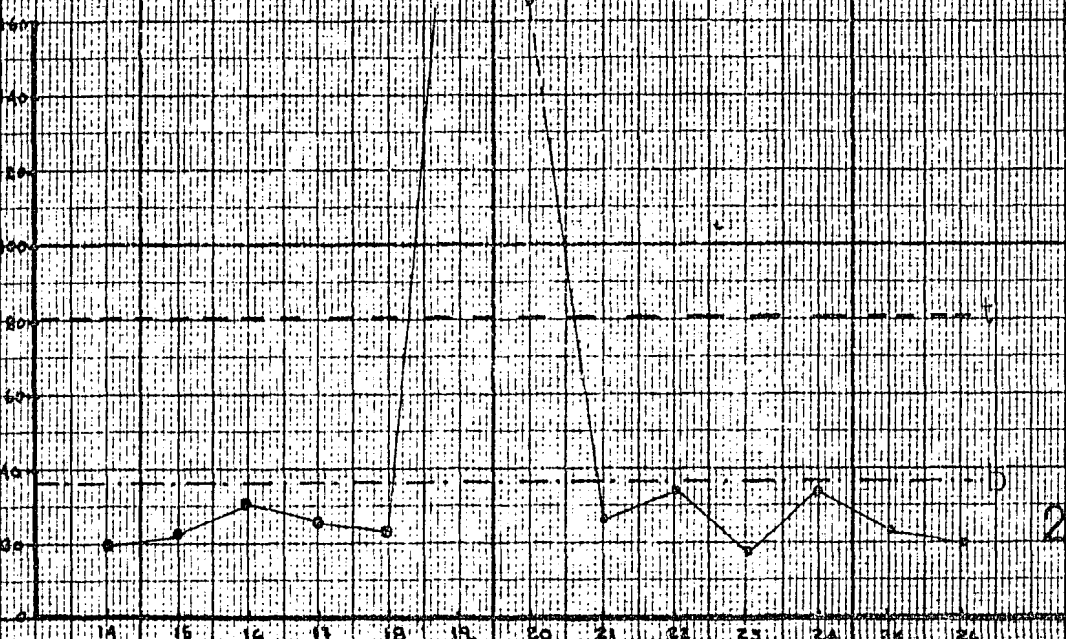
OU

b

PPm



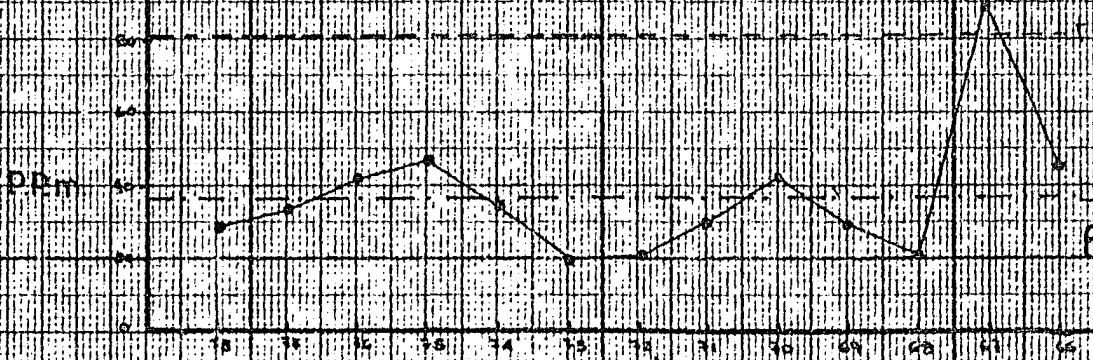
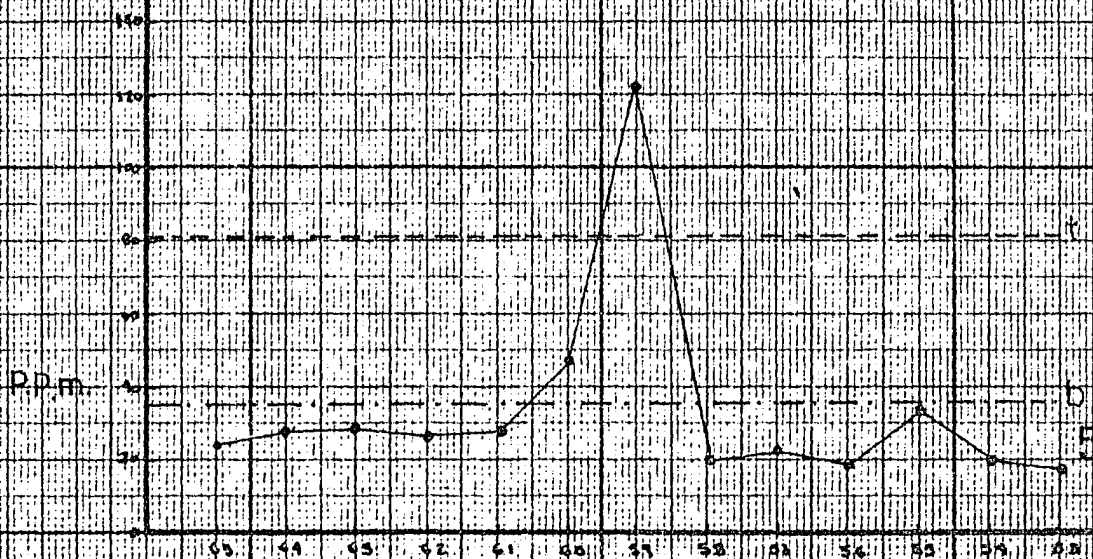
PPm



PPm

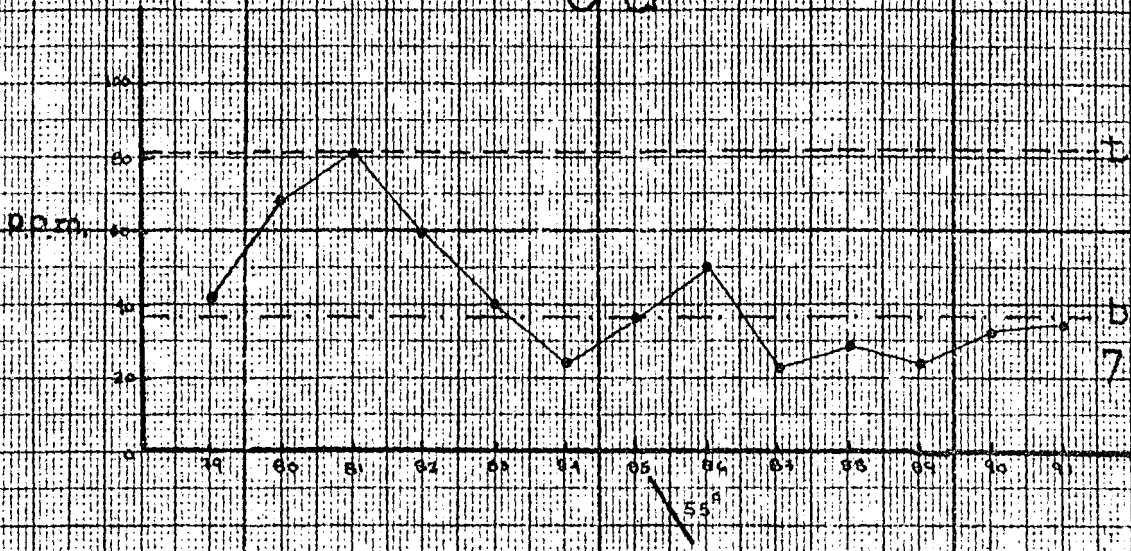


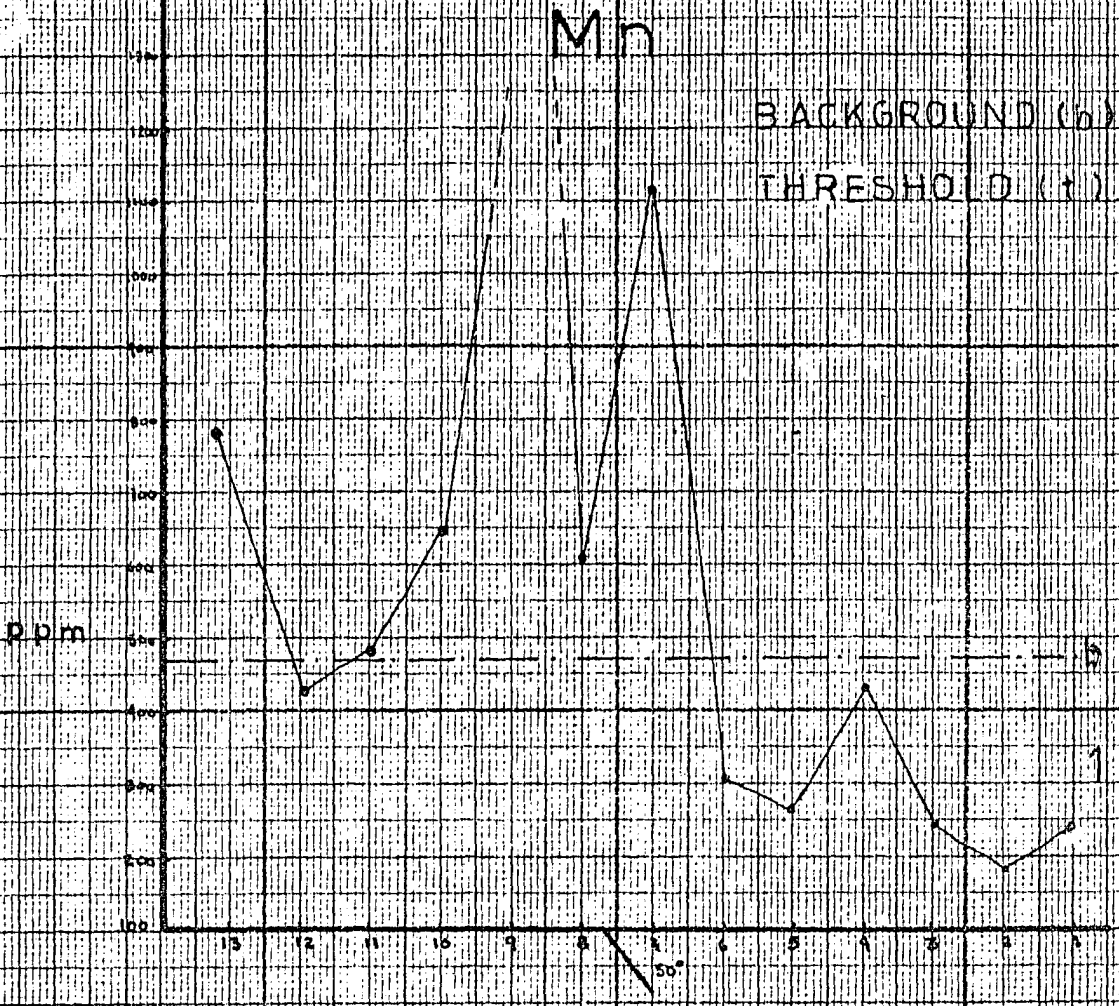
00



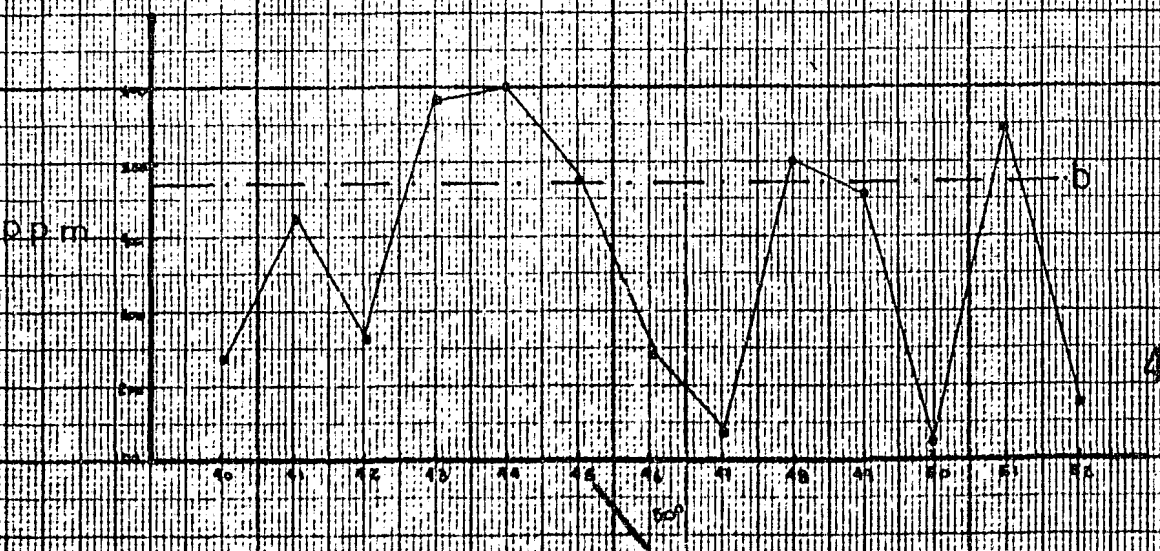
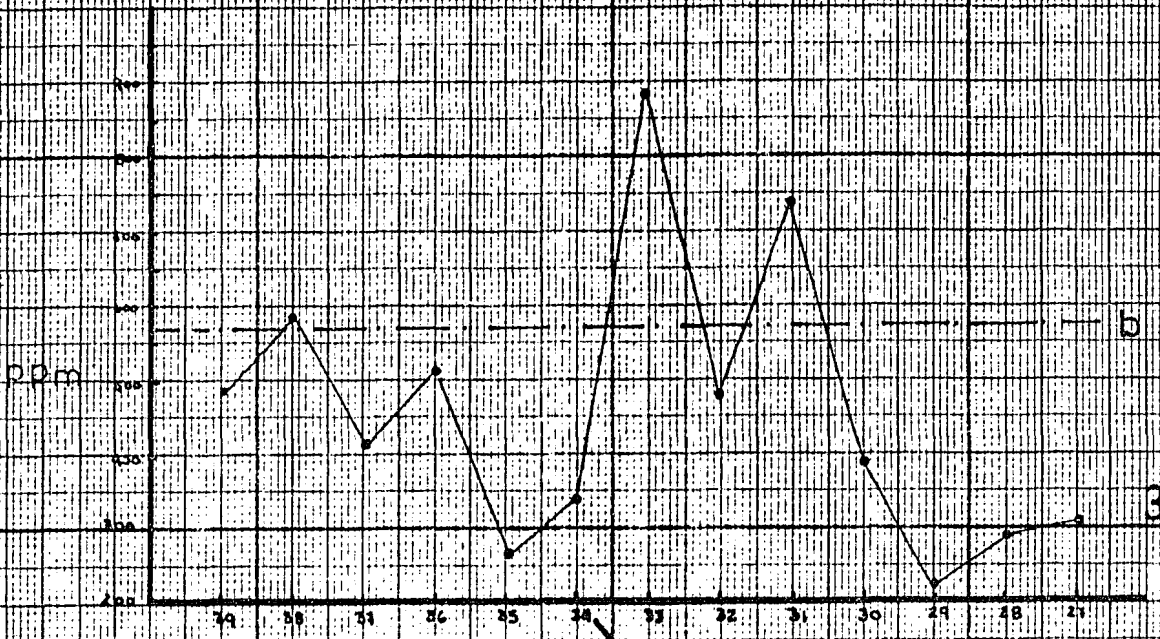


0u

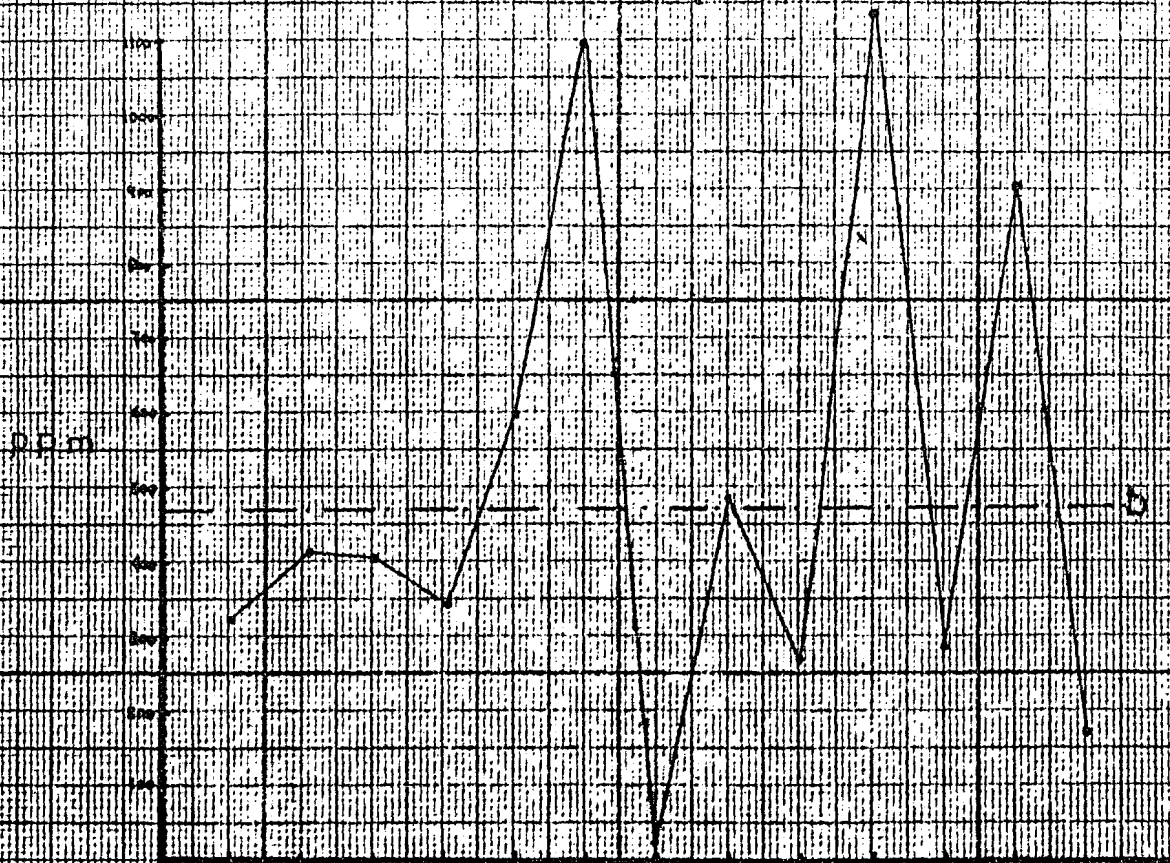
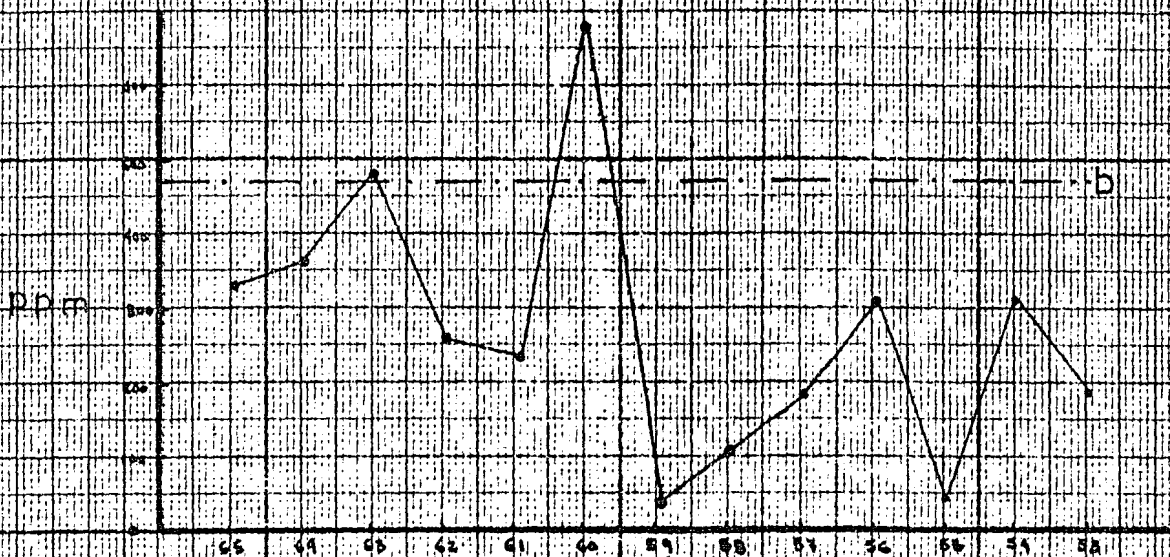




Min



Mn



Mn



7

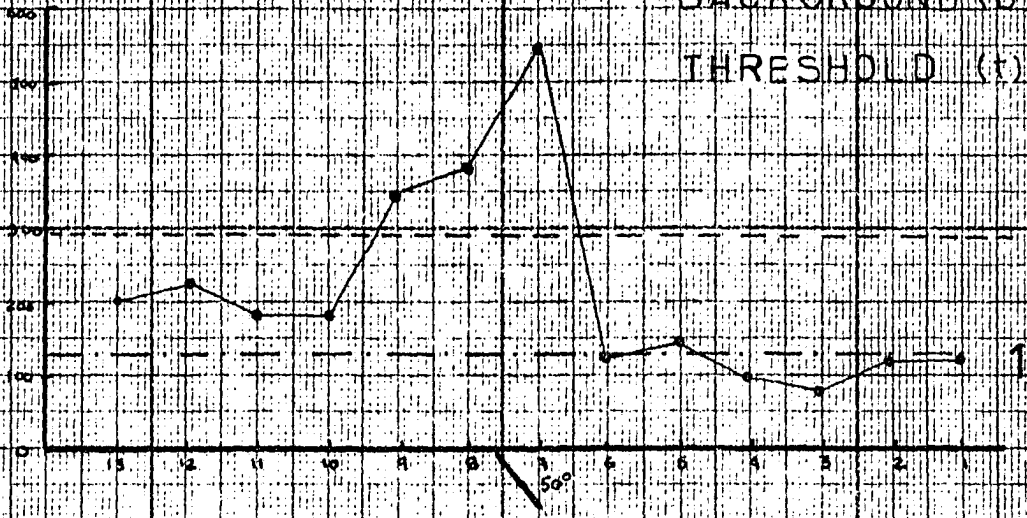
55°

Zn

BACKGROUND (b)

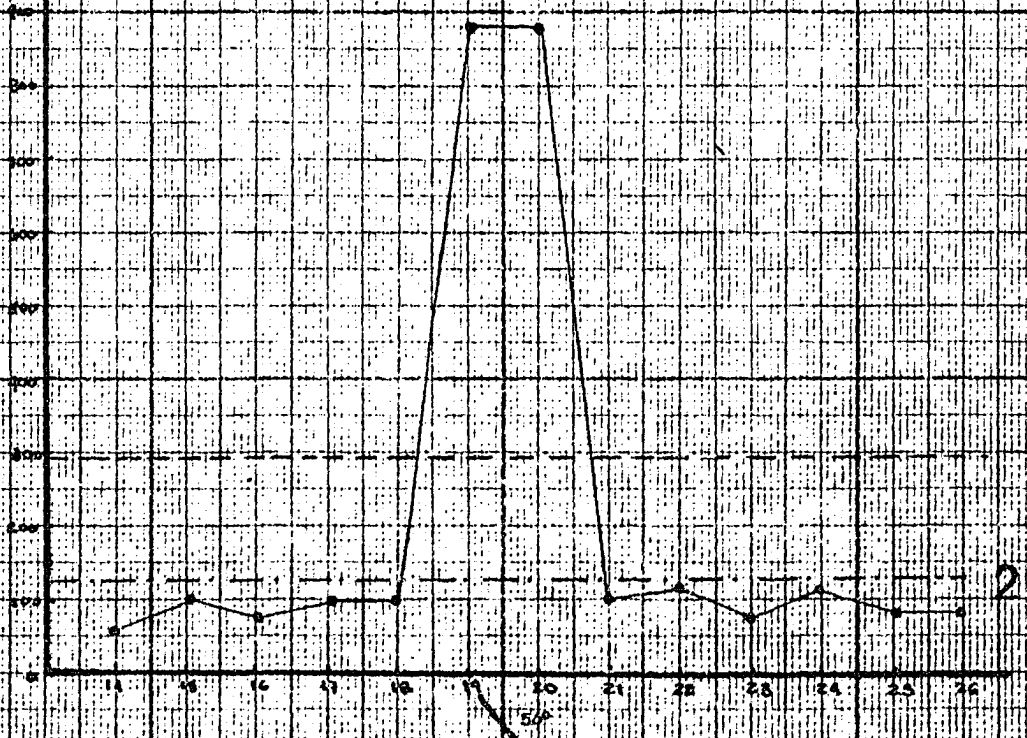
THRESHOLD (t)

0.5m



1

0.5m



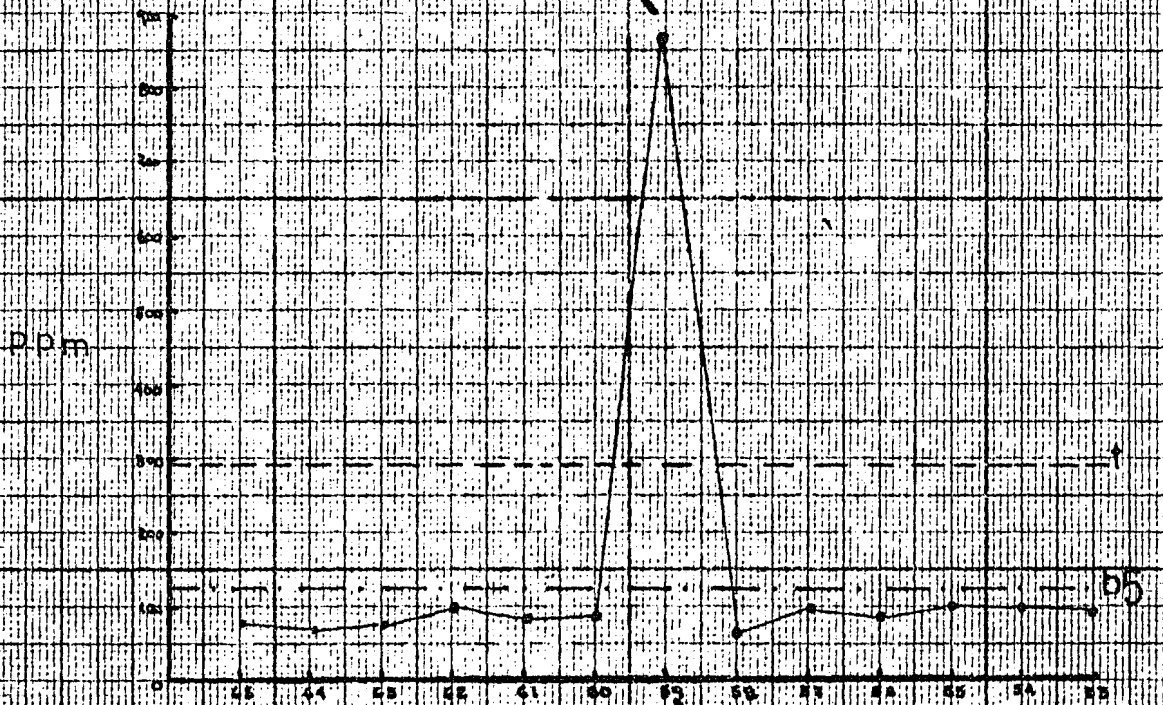
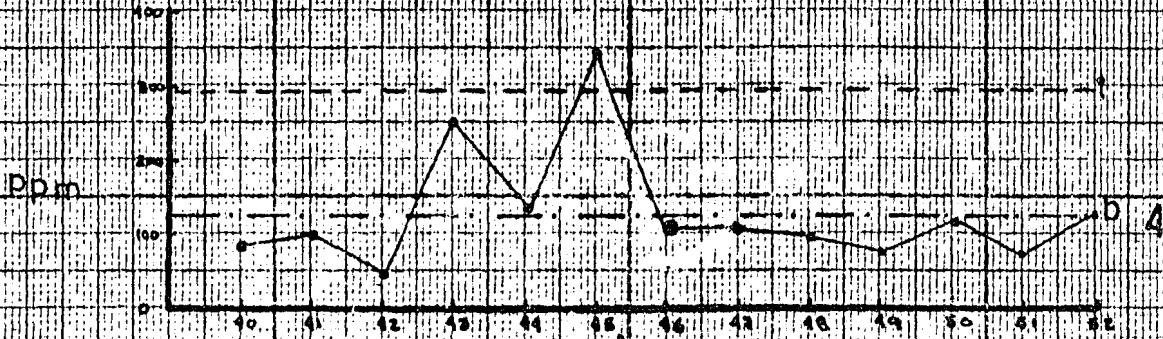
2

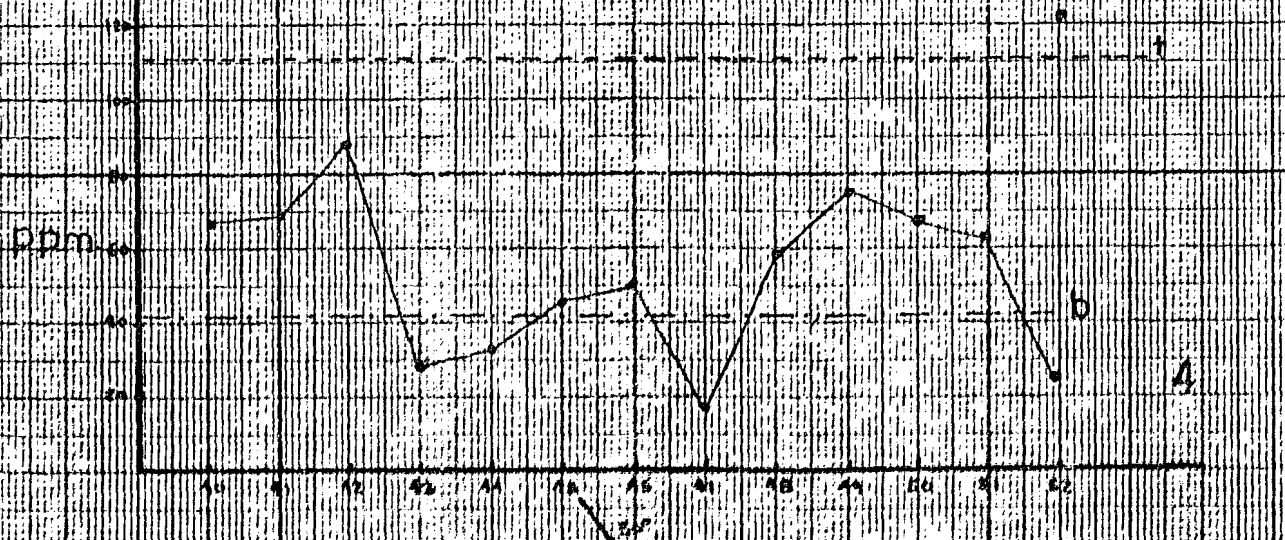
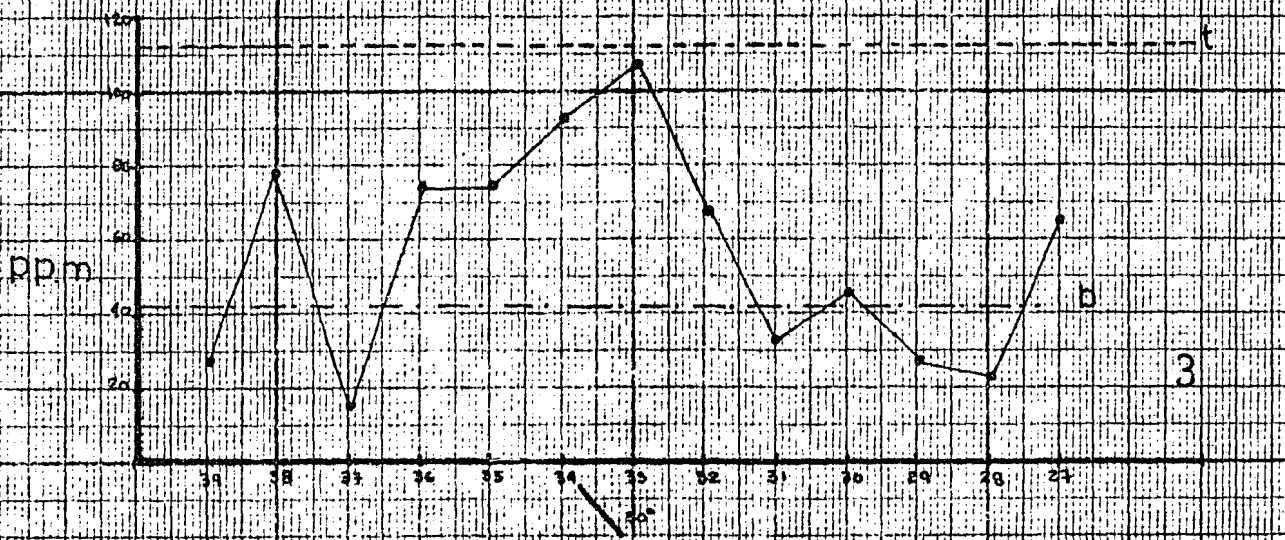
0.5m



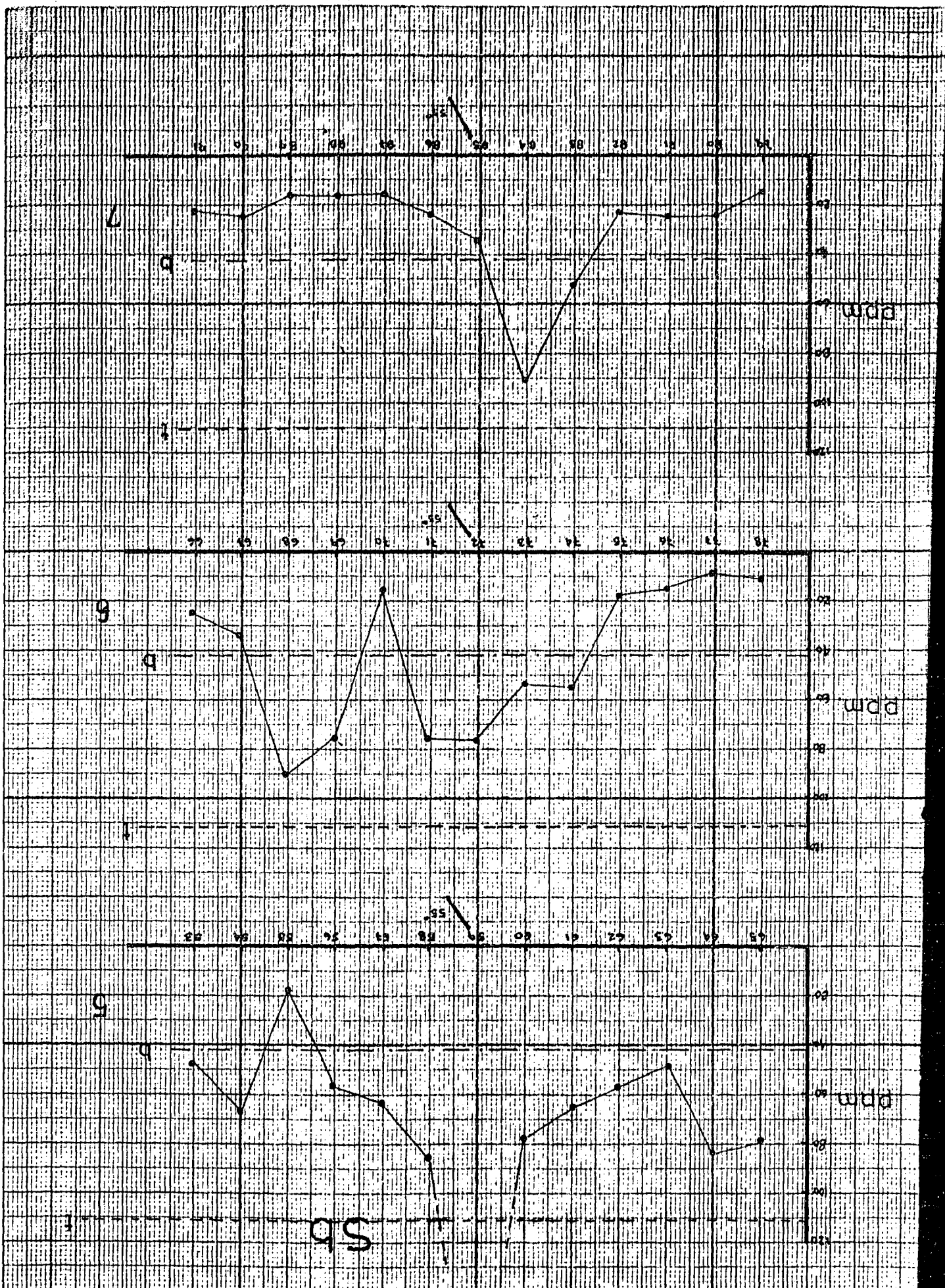
3

# Zn









A N E X O  
( F )

RESULTADOS DEL  
ANALISIS DE VARIAN-  
ZAS

### ECUACIONES EMPLEADAS EN EL ANALISIS DE VARIANZA

Paso 1:

$$\sum X_{\text{tot}}^2 = \sum x_{\text{tot}}^2 - (\sum X_{\text{tot}})^2/N$$

Paso 2:

$$\sum X_B^2 = \sum \frac{(\sum X_i)^2}{n_i} - \frac{(\sum X_{\text{tot}})^2}{N}$$

Paso 3:

$$\sum X_W^2 = \sum X_1^2 + \sum X_2^2 + \sum X_3^2$$

$$\sum X_1^2 = \sum x_1^2 - (\sum X_1)^2/n_1$$

$$\sum X_2^2 = \sum x_2^2 - (\sum X_2)^2/n_2$$

$$\sum X_3^2 = \sum x_3^2 - (\sum X_3)^2/n_3$$

Paso 4:

$$gl_B = K - 1$$

$$\hat{S}_B^2 = \frac{X_B^2}{gl_B}$$

Paso 5:

$$gl_W = N - K$$

$$\hat{S}_W^2 = \frac{X_W^2}{gl_W}$$

Paso 6:

$$F = \frac{\hat{S}_B^2}{\hat{S}_W^2}$$

$\sum X_{\text{tot}}$  : Suma total de los valores de concentración de cada grupo

$\sum X_{\text{tot}}^2$  : Suma de cuadrados total de los valores de conec. de cada grupo

$\sum X_W^2$  : Suma de cuadrados dentro de los grupos

$\sum X_B^2$  : Suma de cuadrados entre grupos

$N$  : Suma de los "n" valores de cada grupo

$n$  : Cantidad de valores empleados en el grupo

- $gl_B$  : Estimación de varianza entre grupos
- $gl_W$  : Estimación de varianza dentro de los grupos
- $K$  : Grados de libertad (No. de grupos).
- $\hat{S}_B^2$  : Varianza en grupos
- $\hat{S}_W^2$  : Varianza dentro de los grupos.



## P L O M O

$$\text{Paso 1 : } \sum x_{\text{tot.}}^2 = 87254 - \frac{(2108)^2}{56} = 7902.8571$$

$$\text{Paso 2 : } \sum x_B^2 = \frac{(884)^2}{26} + \frac{(727)^2}{18} + \frac{(497)^2}{12} - \frac{(2108)^2}{56} =$$

$$= \underline{\underline{651.6627}}$$

$$\text{Paso 3: } \sum x_W^2 = (34628 - 30056) + (30391 - 29362.722) + (22235 - 20584.083)$$

$$\sum x_W^2 = \underline{\underline{7251.195}}$$

Paso 4:

$$g \mid_B = K - 1$$

$$\hat{S}_B^2 = \frac{651.6627}{2}$$

Paso 5:

$$g \mid_W = N - K$$

$$56 - 3 = 53$$

$$\hat{S}_B^2 = 325.831$$

$$\hat{S}_W^2 = \frac{7251.195}{53}$$

$$\hat{S}_W^2 = 136.815$$

Paso 6:

$$F = \frac{325.831}{136.815} = 2.3815$$

Grados de libertad

Estimado de Varianza

2

325.831

53

136.815

Para : 0.01 (Nivel de confiabilidad)

2.3815 &lt; 5.01

No significativo

Z I N C

Gpo. P		Gpo. M		Gpo. PM	
$X_P$ (p.p.m)	$X_P^2$	$X_M$ (p.p.m)	$X_M^2$	$X_{PM}$ (p.p.m)	$X_{PM}^2$
90	8100	149	22201	70	4900
50	2500	60	3600	80	6400
100	10000	80	6400	100	10000
122	14884	60	3600	80	6400
118	13924	122	14884	90	8100
126	15876	80	6400	128	16384
118	13924	80	6400	50	2500
158	24964	80	6400	100	10000
80	6400	80	6400	80	6400
80	6400	90	8100	80	6400
246	60516	80	6400	100	10000
50	2500	38	1400	-----	
100	10000	80	6400	$\sum X_{PM} = 958 \quad \sum X_{PM}^2 = 87484$	
140	19600	78	6084	n = 11	
200	40000	80	6400		
80	6400	100	10000		
80	6400	100	10000		
60	3600	80	6400		
80	6400	-----			
100	10000	$\sum X_M = 1437 \quad \sum X_M^2 = 137513$			
120	14400	n = 18			
220	48400				
120	14400				
80	6400				
120	14400				
120	14400				

-----  
 $\sum X_P = 2958 \quad \sum X_P^2 = 394788$

$\sum x_{tot.} = 5353$

$\sum x_{tot.}^2 = 619785$

N = 55

## Z I N C

Paso 1:  $\sum x_{\text{tot.}}^2 = 619785 - \frac{(5353)^2}{55} = 98792.109$

Paso 2:  $\sum x_B^2 = \frac{(2985)^2}{26} + \frac{(1437)^2}{18} + \frac{(958)^2}{11} - \frac{(5353)^2}{55} = \underline{\underline{13690.089}}$

Paso 3:  $\sum x_W^2 = (394788 - 336529.38) + (137513 - 114720.5) + (87484 - 83433.091) + \underline{\underline{85102.029}}$

Paso 4:

$$g|_B = K - 1 = 3 - 1 = \underline{\underline{2}}$$

$$\hat{S}_B^2 = \frac{13690.089}{2}$$

$$\hat{S}_B^2 = 6845.0445$$

Paso 5:

$$g|_W = N - K$$

$$\hat{S}_W^2 = \frac{85102.029}{52} = 1636.5775$$

Paso 6:

$$F = \frac{6845.0445}{1636.5775} = 4.1825$$

Grados de Libertad

Estimado de Varianza

2

6845.0445

52

1636.5775

Para: 0.01 (Nivel de Confiabilidad)

4.18 < 5.06 No significativo



## C O B R E

Gpo P		Gpo. M		Gpo. PM	
$X_P$ (p.p.m.)	$X_P^2$	$X_M$ (p.p.m.)	$X_M^2$	$X_{PM}$ (p.p.m.)	$X_{PM}^2$
41	1681	40	1600	26	676
80	6400	24	576	27	729
22	484	34	1156	24	576
28	784	19	461	17	289
32	1024	28	784	37	1369
41	1681	29	841	40	1600
40	1600	19	361	36	1296
88	7744	22	484	35	1225
27	729	46	2116	24	576
28	784	22	484	24	576
55	3025	18	324	20	400
28	784	20	400	22	484
27	729	26	676		
39	1521	26	676		
25	625	55	3025		
24	576	22	480		
20	400	26	676		
20	400	18	324		
32	1024				
26	676				
34	1156				
20	400				
30	900				
20	400				
32	1024				
32	1024				
-----					
$\sum X_P = 891$		$\sum X_M = 494$		$\sum X_{PM} = 332$	
$\sum X_P^2 = 37575$		$\sum X_M^2 = 15348$		$\sum X_{PM}^2 = 9796$	
n = 26		n = 18		n = 12	

$$X_{tot.} = 1717$$

$$N = 56$$

$$X_{tot.}^2 = 62719$$

## C O B R E

$$\text{Paso 1 : } \sum x_{\text{tot.}}^2 = 62719 - \frac{(1717)^2}{56} = 100074.554$$

$$\text{Paso 2: } \sum x_B^2 = \frac{(891)^2}{26} + \frac{(494)^2}{18} + \frac{(332)^2}{12} + \frac{(1717)^2}{56} \\ = 632.328$$

$$\text{Paso 3: } \sum x_W^2 = (37575 - 30533.885) + (15348 - 13557.556) + \\ (9796 - 9185.333) = \\ = 9442.226$$

Paso 4:

$$g \Big|_B = k - 1 \qquad \hat{S}_B^2 = \frac{632.328}{2} \\ 3 - 1 = 2$$

$$\hat{S}_B^2 = \underline{\underline{\underline{\underline{316.164}}}}}$$

Paso 5 :

$$g \Big|_W = N - K \qquad \hat{S}_W^2 = \frac{9442.226}{53} \\ 56 - 3 = 53$$

$$\hat{S}_W^2 = 178.155$$

Paso 6 :

$$F = \frac{316.164}{178.155} = 1.775$$

Grados de libertad

Estimado de Varianza

2  
53316,164.0  
178.155

Para: 0.01

1.775 &lt; 5.01

No Significativo

## M A N G A N E S O

Gpo. P		Gpo. M		Gpo. PM	
$X_P$ (p.p.m.)	$X_P^2$	$X_M$ (p.p.m.)	$X_M^2$	$X_{PM}$ (p.p.m.)	$X_{PM}^2$
246	60516	560	313600	360	129600
1030	1060900	508	258064	548	300304
760	577600	590	348100	260	67600
320	102400	1029	1188100	177	31329
403	163216	980	960400	420	176400
400	160000	1130	1276900	800	774400
276	76176	280	78400	730	532900
900	810000	330	108900	380	144400
230	52900	682	465124	460	211600
240	57600	280	78400	380	144400
580	336400	300	90000	180	32400
240	57600	260	67600	420	176400
130	16900	580	336400		
406	164836	510	260100		
210	44100	260	67600		
280	78400	360	129600		
300	90000	640	409600		
220	48400	340	115600		
420	176400				
380	144400				
420	176400				
420	176400				
300	90000				
240	57600				
180	32400				
240	57600				
-----					
$\sum X_P = 9772$		$\sum X_M = 9680$		$\sum X_{PM} = 5195$	
$\sum X_P^2 = 48619144$		$\sum X_M^2 = 6552488$		$\sum X_{PM}^2 = 2721733$	
n = 26		n = 18		n = 12	

$$\sum x_{tot.} = 24647$$

$$\sum x_{tot.}^2 = 14143365$$

$$N = 56$$

## M A N G A N E S O

$$\text{Paso 1 : } \sum X_{\text{tot.}}^2 = 14143365 - \frac{(24647)^2}{56} = \underline{\underline{3296604.1}}$$

$$\text{Paso 2 : } \sum X_B^2 = \frac{(9772)^2}{26} + \frac{(9680)^2}{18} + \frac{(5195)^2}{12} - \frac{(24647)^2}{56} =$$

$$\sum X_B^2 = \underline{\underline{279698.71}}$$

$$\text{Paso 3 : } \sum X_W^2 = (4869144 - 3672768) + (6552488 - 5205688.9) + (2721733 - 2249002.1) = \underline{\underline{3015905.4}}$$

$$\text{Paso 4 : } \begin{array}{l} g \\ | \\ B \end{array} = \begin{array}{l} K - 1 \\ 3 - 1 = 2 \end{array} \quad \hat{S}_B^2 = \frac{279698.71}{2}$$

$$\hat{S}_B^2 = 139,849.36$$

$$\text{Paso 5 : } \begin{array}{l} g \\ | \\ W \end{array} = \begin{array}{l} N - K \\ 56 - 3 = 53 \end{array} \quad \hat{S}_W^2 = \frac{3015905.4}{53}$$

$$\hat{S}_W^2 = 56903.875$$

$$\text{Paso 6 : } F = \frac{139849.360}{56903.875} = 2.457$$

Grados de Libertad

2  
53

Estimado de Varianza

139848.36  
56903.875

Para : 0.01 (Nivel de confiabilidad)

2.45 &lt; 5.06

No significativo

## A N T I M O N I O

Gpo. P		Gpo. M		Gpo. PM	
$X_P$ (p.p.m.)	$X_P^2$	$X_M$ (p.p.m.)	$X_M^2$	$X_{PM}$ (p.p.m.)	$X_{PM}^2$
14	196	52	2704	81	6561
24	576	90	8100	48	2304
16	256	56	3136	66	4356
12	144	54	2916	48	2304
10	100	76	5776	67	4489
16	256	78	6084	106	11236
16	256	90	8100	36	1296
52	2704	55	3025	42	1764
65	4225	89	7921	100	10000
28	784	78	6084	56	3136
50	2500	72	5184	32	1024
19	361	72	5184		
16	256	96	9216		
27	729	94	8836		
24	576	50	2500		
64	4096	77	5929		
46	2116	79	6241		
106	11236	62	3844		
72	5184				
16	256				
30	900				
46	2116				
33	1089				
-----		-----		-----	
		$\sum X_M = 1320$	$\sum X_P^2 = 100780$	$\sum X_{PM} = 682$	$\sum X_{PM}^2 = 48470$
		$n = 18$		$n = 11$	

$$\sum X_P = 802 \quad \sum X_P^2 = 40912$$

$$n = 23$$

$$\sum x_{tot.} = 2804$$

$$\sum x_{tot.}^2 = 190162$$

$$N = 52$$

## A N T I M O N I O

$$\text{Paso 1 : } \sum x_{\text{tot.}}^2 = 190162 - \frac{(2804)^2}{52} = 38961.692$$

$$\begin{aligned} \text{Paso 2 : } \sum x_B^2 &= \frac{(802)^2}{23} + \frac{(1320)^2}{18} + \frac{(682)^2}{11} - \frac{(2804)^2}{52} = \\ &= 15849.083 \end{aligned}$$

$$\text{Paso 3 : } \sum x_W^2 = (40912 - 27965.391) + (100780 - 96800) + (48470 - 42284) = 23112.609$$

$$\begin{aligned} \text{Paso 4 : } g \Big|_B &= \begin{array}{r} K - 1 \\ 3 - 1 = 2 \end{array} & \hat{S}_B^2 &= \frac{15849.083}{2} \\ & & \hat{S}_B^2 &= 7924.5415 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Paso 5 : } g \Big|_W &= \begin{array}{r} N - K \\ 52 - 3 = 49 \end{array} & \hat{S}_W^2 &= \frac{23112.609}{49} \\ & & \hat{S}_W^2 &= 471.6859 \end{aligned}$$

Paso 6 :

$$F = \frac{7924.5415}{471.6859} = 16,80$$

Grados de Libertad

Estimado de Viaranza

2  
49

7924.54  
471.68

Para 0.01 (Nivel de Confiabilidad)

16.80 > 5.06 Si Significativo.