

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE SALUD PUBLICA  
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA**



**COSTO BENEFICIO DEL USO DEL  
HEMATOFLUOROMETRO EN ETAPA  
SUBCLINICA DEL SATURNISMO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRIA EN  
SALUD PUBLICA CON ESPECIALIDAD DE  
SALUD EN EL TRABAJO**

**PRESENTAN**

**LIC. ENF. NATIVIDAD MOLINA ALANEZ  
DRA. MARIA TERESA VELASCO ESPINOSA**

**MONTERREY, N. L.**

**MAYO DE 1983**



TM  
RM666  
.P785  
M6  
c.1



1080071188

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE SALUD PUBLICA  
MAESTRIA EN SALUD PUBLICA



COSTO BENEFICIO DEL USO DEL HEMATOFUOROMETRO  
EN ETAPA SUBCLINICA DEL SATURNISMO

T E S I S

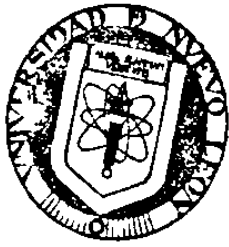
PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRIA EN  
SALUD PUBLICA CON ESPECIALIDAD DE  
SALUD EN EL TRABAJO

P R E S E N T A N

LIC. ENF. NATIVIDAD MOLINA ALANEZ  
DRA. MARIA TERESA VELASCO ESPINOSA

MONTERREY, N.L.

MAYO DE 1983.



FACULTAD DE SALUD PÚBLICA  
BIBLIOTECA

002482

T

. 7



7118



UNAM  
FONDO  
TESIS MAESTRIA

ESTA TESIS FUE REALIZADA CON LA AUTORIZACION DE LA --  
COMISION DE TESIS, APROBADA POR LA MISMA Y ACEPTADA COMO -  
REQUISITO PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:

MAESTRIA EN SALUD PUBLICA  
CON ESPECIALIDAD DE SALUD  
EN EL TRABAJO

COMISION DE TESIS

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_

ING. HORACIO GONZALEZ SANTOS

SECRETARIO: \_\_\_\_\_

DR. JOAQUIN ESPINOSA BERMUDEZ

VOCAL: \_\_\_\_\_

C.D. LILIANA TIJERINA

EL PRESENTE TRABAJO ESTA DEDICADO A TODAS  
LAS PERSONAS QUE CON SU ESFUERZO DIARIO -  
Y CONSTANTE HACEN QUE NUESTRO NIVEL DE VI  
DA SEA MEJOR CADA VEZ.

PARA ELLOS, DESEAMOS APORTAR UN PEQUEÑO -  
GRANO DE ARENA EN LA CONSERVACION DE UNO  
DE LOS DONES MAS IMPORTANTES Y PRECIADOS  
QUE TIENE EL SER HUMANO: L A S A L U D.

A MI MADRE,  
HERMANOS Y SOBRINOS.

A JOSE ANGEL  
ADRIANA VERONICA Y  
JOSEANGEL

A LA FUNDACION:  
GRAN MARISCAL DE AYACUCHO

POR EL RESPALDO MORAL Y ECONOMICO QUE ME BRINDARON.



## AGRADECIMIENTO

*Nuestra más sincera gratitud a todas las personas e -  
Instituciones que colaboraron de forma directa o indirecta  
en la elaboración de este trabajo:*

*Ing. Raúl J. Molina*

*Dr. Mario Salomón*

*Q.B.P. Irma Terán*

*Q.B.P. Juana Zerón*

*Q.B.P. Yolanda Molina*

*Q.B.P. Norma Arrieta*

*Q.B.P. Miguel Angel Zúñiga*

*Al Departamento de Farmacología y Toxicología de la Facul-  
tad de Medicina de la U.A.N.L.*

*A la Unidad de Investigaciones Biomédicas del Noreste del  
I.M.S.S.*

*A todo el personal que laboran en la Sección de Oxidos de  
la empresa estudiada.*

## C O N T E N I D O

	PAG.
INTRODUCCION	1
I. ANTECEDENTES	4
II. HIPOTESIS Y OBJETIVO	20
III. MATERIAL Y METODOS	22
IV. RESULTADOS	54
V. ANALISIS Y CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	81
VII. BIBLIOGRAFIA	83
VIII. ANEXOS	90

## I N T R O D U C C I O N

Es sumamente importante prevenir la intoxicación por plomo en poblaciones expuestas ocupacionalmente; al encontrarse un trabajador enfermo, es un productor que por su inutilidad para laborar habrá de sufrir frustraciones que pueden afectar muy seriamente su ámbito familiar. Verd -- disminuido su ingreso y un cambio notable en la estructura de su economía.

Las consecuencias que incumben a la empresa, son bastante graves, desde la disminución en la productividad por el incremento de horas hombre perdidas hasta la inhabili-- dad de un trabajador calificado, con un adiestramiento pre vio y una experiencia de trayectoria; aunado a esto los -- consecutivos aumentos en los costos que implica la selec-- ción de otra persona para sustituir al que ha perdido com-- pletamente su aptitud para el trabajo, más gastos adminis-- trativos que conlleva la ausencia del obrero, adicionándo-- se los costos por incapacidad temporal o permanente.

En lo que se refiere al sector salud, se ve afectado por el aumento de la demanda de servicios y disminuye la -- cantidad de otros bienes y servicios por otros factores, -- por cuanto deriva la desviación de recursos dedicados a la

adquisición de servicios médicos, medicamentos, hospitalización, exámenes de laboratorio, acciones de rehabilitación, además de costo administrativo y mano de obra que esto requiere.

Basándose en que día a día se incrementa el costo de la vida, es importante establecer la revisión de gastos, sin perder de vista que en el sector salud esta reducción debe ser muy bien planeada para no malograr los resultados, por lo que es esencial contar con pruebas de laboratorio adecuadas y sencillas que permitan el diagnóstico de las alteraciones incipientes y evitar así los casos de intoxicación.

En este trabajo se busca comparar los métodos de detección de plomo en sangre por espectroscopía de absorción atómica con la determinación de protoporfirina zinc con ayuda del hematofluorómetro.

Existen normas para la prevención de riesgos laborales, (Constitución Mexicana, Código Sanitario, Ley Federal del Trabajo y la Ley del Seguro Social) respaldos legales que desafortunadamente no se cumplen en su totalidad por un gran número de industrias, Los factores que se hallan implicados probablemente son:



- 1.- La falta de difusión de los métodos diagnósticos en la detección oportuna.
- 2.- El costo excesivo de estos métodos.
- 3.- Molestias a los que se ven sometidos los investigados.
- 4.- Pérdida de tiempo que repercute en la productividad.

Todo lo anteriormente expuesto nos guió a investigar la utilización del hematofluorómetro como elemento cuantificador en etapas subclínicas del saturnismo y los beneficios que de ello derivan.

## I. ANTECEDENTES

El plomo es un metal al que no se le ha encontrado -- ninguna función biológica; en cambio, sus efectos tóxicos se reconocen desde hace más de 2,000 años. A pesar de esto, sigue siendo ampliamente usado en la tecnología moderna por lo que continúa siendo causa de intoxicación (10).

El amplio uso de este metal puede atribuirse a sus -- múltiples propiedades tales como: durabilidad, maleabilidad, resistencia a la corrosión, facilidad para formar -- aleaciones con otros metales, como estaño, antimonio, etc., y estabilizador en aleaciones; así mismo puede emplearse -- como protector contra radiaciones, aislamiento de sonido, terminado en cerámica, en vidrio y pinturas (15,23,30).

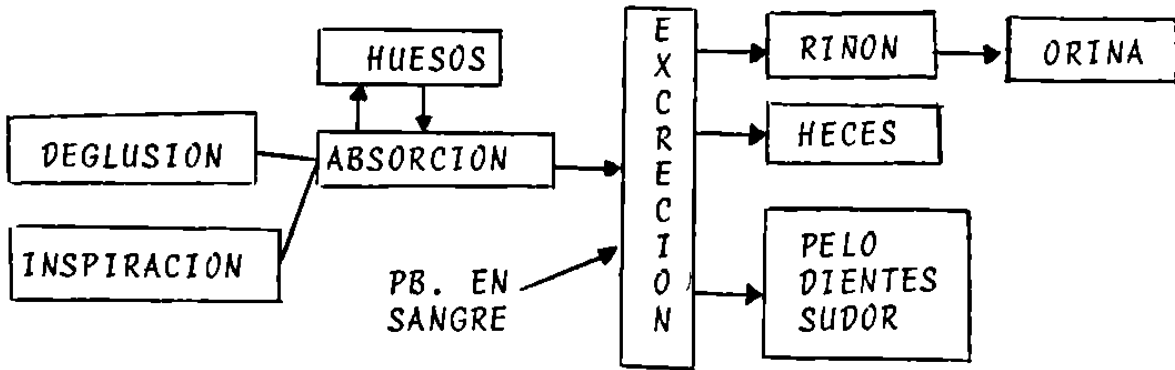
Con la aparición de los motores de combustión interna a fines del siglo XIX, una nueva magnitud se introduce en el problema de intoxicación por este elemento, en los últimos 50 años, el uso del tetraetilo de plomo como antidetonante en la gasolina, generaliza el riesgo de contaminación a prácticamente toda la humanidad, por la dispersión del metal a través de la expulsión de los gases de combustión de éstos motores (29).

Dentro de la toxicología, el plomo ha alcanzado importancia debido a que el número de envenenamientos que produce es superior al de cualquier otro metal y en un gran número de ocupaciones significa un grado variable de exposición al plomo (15); siendo algunos de los más importantes: el óxido de plomo (litargirio), el óxido rojo (minio) y el óxido café (15,18,19).

El plomo ingresa al organismo por el aparato digestivo o respiratorio, básicamente. Es transportado a los tejidos, principalmente a los huesos, donde se deposita, removiéndose frecuentemente según se ha demostrado por estudios con radioisótopos.

Se excreta por el riñón, pero también por la bilis y de ahí con las heces, así como una pequeña cantidad a través del sudor, del pelo y de las uñas. La excreción mayor es precisamente a través del riñón, en tanto que el plomo que aparece en la materia fecal, en su mayor parte, se elimina sin ser absorbido por el organismo (9,34). En la - - Fig. 1, se muestra el metabolismo del plomo.

FIGURA No. 1  
METABOLISMO DEL PLOMO



La industria, puede hacer llegar a la población que no labora en ella sus residuos de plomo a través del agua y aire; por sus productos (pinturas, juguetes, baterías, etc.) y sus deshechos (polvos, humos, etc.) contaminando los alimentos.

A este respecto se ha comprobado que los niños de los trabajadores de estas empresas exhiben niveles de plomo -- significativamente mayores en su organismo, en virtud de que sus padres lo llevan al hogar en su cuerpo o en sus ropas (26).

De lo anterior se puede deducir que la utilidad del plomo es importante para la economía y calidad de nuestra vida, existiendo en nuestro país grandes grupos de población obrera expuesta a la contaminación por plomo, por una parte debido al amplio uso industrial de este metal y por



otra, a que México es el primer productor de plomo refinado en Latino América y ocupa el cuarto lugar en la producción mundial [22].

Sobresale el hecho de que han sido explotados minerales de plomo en 22 Estados de la República Mexicana, además de aquellos en que solo se han encontrado algunos indicios de su existencia sin haberse explotado comercialmente. Sin embargo, el total nacional está basado en la producción obtenida en unos cuantos estados, destacan los de Chihuahua y Zacatecas, que desde su principio han constituido más del 70% (en ocasiones más del 80%) de la producción nacional [22].

La refinación de este metal, en nuestro país, se lleva a cabo prácticamente en forma exclusiva en la ciudad de Monterrey [30]; una vez obtenido el metal puro, éste es -- utilizado para producir diversos compuestos, siendo muy importantes por la cantidad elaborada el minio y el litargirio (53.133 tons. métricas), mono y tetraóxido de plomo -- respectivamente [22], los que se utilizan en los procesos industriales de la fabricación de acumuladores (14.239 - - tons. métricas), en la producción de tetraetilo de plomo - (8.147 tons. métricas), en cables (6.409 tons. métricas), en cerámica, cristalería, colorantes y algunos tipos de --

soldaduras, habiéndose llegado a reunir un total de 150 -- ocupaciones de plomo y otros tantos quedan a la sombra sin ser registrados en Salubridad, condicionando a la intoxicación plúmbica por desconocimiento a los riesgos por el metal (22). (Anexo 1)

En las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social, el plúmbismo ocupa el cuarto lugar dentro de las enfermedades de riesgo profesional (21).

El saturnismo como padecimiento ocupacional ha sido -- reconocido desde hace muchos años principalmente entre los trabajadores que se hallan expuestos al riesgo, considerándose víctimas de la contaminación ambiental la población -- en general y en forma particular los niños, ocasionando -- por su magnitud y trascendencia un problema de salud pública y de salud ocupacional.

#### 1. SEMIOLOGIA:

La intoxicación aguda con plomo es bastante rara y se observa después de la ingestión accidental o con fines súicidas de compuestos de plomo solubles en ácidos. La acción local produce en la boca efectos astringente, sed y -- sabor metálico. Después sigue náuseas, dolor abdominal -- intenso, pero diferente al que se produce con la intoxicación

ción crónica, si se absorben rápidamente grandes cantidades de plomo puede aparecer síndrome de shock (17).

La intoxicación subaguda o crónica de plomo es la que generalmente encontramos en los trabajadores expuestos al riesgo.

Se podría dividir en tres tipos (17):

#### 1.1 SINDROME ABDOMINAL:

Suele comenzar con síntomas imprecisos como anorexia, debilidad muscular, malestar y cefalea. El estreñimiento también es un signo precoz, especialmente en los adultos. Hay sabor metálico persistente desde el inicio de la intoxicación, posteriormente aparecen náuseas y vómitos. Puede acompañarse de hipertensión.

#### 1.2 SINDROME NEUROMUSCULAR:

Ya no es frecuente encontrarlo, por ser una manifestación del envenenamiento avanzado. Es antecedido por debilidad muscular y fatiga, siendo los músculos activos los más afectados, generalmente los extensores del antebrazo, muñeca y dedos; los músculos extrínsecos del ojo, ocurriendo a menudo en el lado dominante.

La mano péndula y en menor grado el pie péndulo son - signos patognomónicos de la intoxicación renal de los uratos y puede precipitar un ataque de gota (17).

Cantorow y Trumper (1944) han presentado un resumen - detallado de la parálisis saturnina.

### 1.3 SINDROME DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL O ENCEFALOPATIA SATURNINA.

Es la manifestación más grave de la intoxicación plúmbica. Los primeros indicios pueden ser la torpeza en los movimientos, vértigos, ataxia, caída, cefalea, insomnio, - inquietud, irritabilidad; conforme evoluciona la encefalopatía, puede ocurrir excitación y confusión, seguido por -- delirio y convulsiones.

El índice de mortalidad es aproximadamente el 25% y - el 40% de los que sobreviven tienen secuelas neurológicas, retardo mental, anormalidades del EEG, convulsiones, parálisis cerebral, atrofia óptica o distonía muscular defor-- mante, siendo los niños los más susceptibles de presentarlos (17).

### 2. TOXICIDAD:

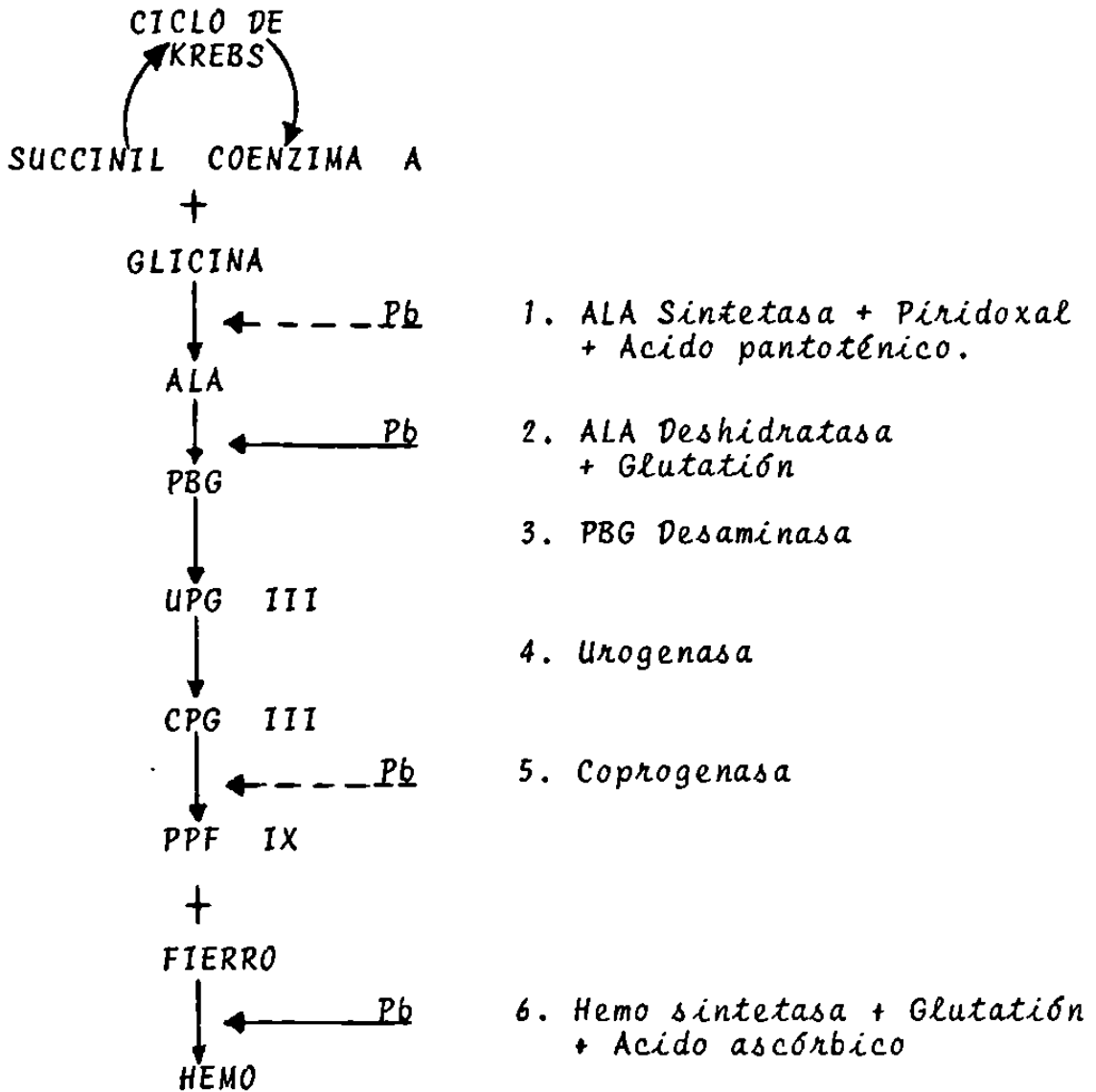
La toxicidad del plomo se explica, por su afinidad -- para unirse en forma covalente a los grupos sulfidrilos de



las proteínas, haciendo esto que su funcionamiento y morfología se alteren.

Si la acción se efectúa en una enzima, el resultado puede ser inhibición de la actividad enzimática, de esta forma actúa en la ruta biosintética del grupo prostético - hemo, que muestra una gran sensibilidad a los efectos tóxicos del plomo. La figura 2 nos muestra la vía metabólica de síntesis del grupo hemo. Las líneas completas indican los lugares en los que se ha demostrado una inhibición debida al metal, mientras que las líneas segmentadas indican los lugares en los que probablemente haya inhibición debido al metal (34).

FIGURA No. 2  
RUTA BIOSINTETICA DEL GRUPO HEMO Y EFECTOS  
DEL PLOMO.



SIGNIFICADO:

- = Inhibici6n definitiva
- = Posible inhibici6n

Consideramos de importancia aclarar algunos conceptos por lo que recurrimos a los autores E.J. Ariens, P.A. -- Lehmann y A. Simonis, pero con la advertencia que de ninguna manera son categóricos.

#### FARMACO:

Es toda sustancia con actividad biológica pronunciada entre éstos están los medicamentos, drogas, plaguicidas, vitaminas, hormonas, etc.

#### XENOBIOTICOS:

Es toda sustancia ajena al ser viviente; están incluidos aquí los agentes venenosos, dañinos o inactivos, pero excluidos las vitaminas y las hormonas que normalmente son sustancias endógenas.

#### TOXON:

Es un fármaco o un xenobiótico con efectos nocivos, - tanto dañinos como indeseables.

#### VENENO:

Es un toxón potente y peligroso. Así un toxón produce una intoxicación mientras que un veneno produce un envenenamiento (intoxicación que pone en peligro la vida) (3).

Resumiendo el plomo es un toxón xenobiótico, siendo la dosis la que normará el problema de intoxicación o no.

Consideramos que el nivel tóxico tiene gran importancia; al conocerlo es posible precisar cual es la exposición a tóxicos permisible antes de que se presenten los síntomas característicos de la intoxicación.

Esto es importante para la detección temprana de la exposición a venenos y por lo tanto para la prevención del saturnismo (3).

Para la detección de los efectos precoces del plomo en la exposición ocupacional individual se han utilizado varias pruebas que se pueden dividir en dos grupos:

- a) METODOS DIRECTOS: Basados en la medición del metal en tejidos corporales.
- b) METODOS INDIRECTOS: Basados principalmente en el daño celular producido por plomo como consecuencia de alteraciones metabólicas en la biosíntesis del grupo hemo (32).

Para la cuantificación del metal, existen gran cantidad de métodos de los que se pueden mencionar principalmente

te: los métodos colorimétricos clásicos con ditizona (16, 23, 30, 36) y los de espectrofotometría de absorción atómica (30, 37), con el inconveniente de ser laboriosos los primeros y costosos los segundos; los de espectrografía y polarografía que son utilizados con fines de investigación, teniendo actualmente poca difusión (36, 41).

El cuadro No. 1 nos presenta una evaluación de los métodos más usados de laboratorio para la detección de huellas de plomo en los tejidos humanos y sus principales características (32).

Las características de los diferentes métodos nos permitió elegir el que por sus peculiaridades de certeza, costo y técnica fuese el más aplicable a grandes grupos, en la detección del grado de absorción de plomo en sangre con la determinación de protoporfirina zinc, por medio del hematofluorómetro y este fue comparado con la determinación de plomo en sangre por espectroscopia de absorción atómica, método que estuvo más a nuestro alcance por ser muy usual en la localidad.

En relación con métodos como ALA-U ó Pb-0, se tenía el inconveniente de recolectar la muestra en envases especiales y cantidad correspondiente a 24 horas, con el ries-

CUADRO No. 1

EVALUACION DE METODOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR HUELLAS DE PLOMO EN TEJIDOS HUMANOS.

METODOS DIRECTOS. METODOS	MUESTRA	INDICACIONES	CONTRA-INDICACIONES
Métodos de la <u>diti</u> zona.	Sangre 5 ml.	Procedimiento <u>pre</u> ciso.	muy largo y tedioso.
Extracción con <u>pir</u> rolidín <u>ditiocarbā</u> mato de amonio.	Sangre 5 ml.	Método rápido con precisión aceptables.	Difícil con seguir los reactivos.
Sistema de botes de muestreo.	0.2 a 0.5 ml. de una dilución 1:10 de sangre en solución salina normal.	Relativamente fácil y rápido	Su exactitud y precisión; son muy aceptables.
Precipitación con ácido <u>triclora</u> a <u>clético</u> .	Sangre 5 ml.	No es preciso	La separación de proteínas puede arrastrar algo de plomo.
Método de las copas Delves	Sangre 10 ul.	Rápido muy sensible con buena precisión.	Extremas precauciones de limpieza muy especiales.
Horno de grafito	1 a 100 ul. de sangre.	Excelente sensibilidad, buena exactitud, precisión y rapidez	Complejo dispositivo lo hacen caro.
Disco de papel -- filtro.	Absorción de sangre en un disco de papel filtro de 6 mm. de diámetro.	No ha tenido aceptación.	Baja precisión,
Espectroscopia de absorción atómica.	Sangre 5-8 ml.	Método más usual, precisión aceptable.	Material y equipo costoso.

go de contaminación que alteran los resultados, motivos -- por los que fueron deshechados (32).

La concentración de Pb-S se ha considerado por mucho tiempo como indicador de primera elección para evaluar la intoxicación o absorbanza aumentada de plomo (37,40).

Idealmente, es deseable conocer la cantidad de plomo absorbido previamente de todas las fuentes, ésta podría -- ser una verdadera medida de exposición, tal medida no es -- posible efectuarla aún en condiciones de experimentación -- altamente controladas. Se utiliza la concentración de -- Pb-S, basándose en que la sangre llega a todos los tejidos, reflejándose por ello como indicador de la dosis corporal; por ello utilizaremos el método de espectroscopía de absorción atómica.

De los métodos indirectos hemos elegido una prueba, -- la protoporfirina zinc (PPZ-Zn), que se basa en la acción que ejerce el plomo sobre la biosíntesis del grupo hemo -- (Fig. 2), reflejando el daño celular directo a diferencia del plomo en sangre (Pb-S), que es considerado como indicador de absorción (4). Utilizamos para PPF-Zn el hematoflurómetro, teniendo en cuenta que en anemia por deficiencia de hierro puede llevar a lecturas alteradas en los valores de PPF-Zn.

En la actualidad no hay ninguna prueba que por sí sola permita establecer con certeza el grado de intoxicación plúmbica.

Por lo que nos proponemos la utilización de una prueba sencilla, barata y rápida que nos permita decidir a - - quienes habrá que hacer otros exámenes más laboriosos y caros, evitando de esa forma exámenes de laboratorio innecesarios.

### 3. PREVENCIÓN.

Por ser una enfermedad prevenible es deber esencial - de todos los que tienen responsabilidad ejecutiva de mando, tal como lo es el médico del trabajo al actuar como un promotor de la salud, sumándose a las acciones de algunos empresarios a quienes debe inquietar una inversión segura, - al tener un enfoque positivo del progreso industrial, que al mismo tiempo evite que la población trabajadora llegue a los extremos de la intoxicación por plomo y el costo social que lleva consigo (1). Tradicionalmente el costo social se define como la suma de los costos directos más los indirectos, originados por los accidentes y las enfermedades del trabajo, cuya proporción se encuentra en relación 1:5 (5.6).



La prevención de la enfermedad, puede efectuarse en cualquiera de los 3 niveles de la triada epidemiológica, - teniendo siempre presente que las acciones de salud deben de ser encaminadas primero al agente etiológico o fuente, en segundo lugar detectar y/o modificar el medio ambiente, y por último al que se buscará incomodar lo menos posible, de donde tenemos:

1).- AGENTE ETIOLOGICO.

Se encausará hacia el mejoramiento de técnica en su procesamiento.

2).- MEDIO AMBIENTE.

Este factor incluye la detección oportuna de las concentraciones ambientales permisibles (TLVs) y su mantenimiento.

3).- HUESPED.

Las acciones estarán dirigidas a la educación del trabajador sobre normas higiénicas (hábitos y costumbres), -- protección específica (uso de equipo), detección oportuna mediante el control médico periódico, coadyuvada con los resultados de laboratorio; medio único para la detección en fase subclínica de la intoxicación plúmbica para limitar el daño, evitándose llegar a la etapa clínica y como consecuencia a la rehabilitación.

## II. HIPOTESIS Y OBJETIVO GENERAL

## II. HIPOTESIS.

Mediante el uso del hematofluorómetro, método de detección del saturnismo en fase subclínica, aumentan los beneficios al reducir costos, comparado con otros métodos tradicionales.

### OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

#### A. VARIABLE INDEPENDIENTE.

A.1 MEDIANTE EL USO DEL HEMATOFUOROMETRO- Se investigó:

1- Costo del aparato, 2- Certeza de resultados, 3- Cantidad de biológico necesario, 4- Lectura de resultados, 5- Manuabilidad, 6- Técnica necesaria, 7- Material necesario.

A.2 CUANTITATIVAMENTE- Se determinó mediante la manipulación, ejecución y lectura de resultados en el aparato.

B. VARIABLE DEPENDIENTE. Se comparó entre:

1- Tiempo de ejecución, 2- Costos (materiales y equipos).

C. CORRELACION ENTRE:

Plomo en sangre (Pb-S) por espectroscopía de absorción atómica y protoporfirina zinc (PPF-Zn) con el hematofluorómetro.

### III. MATERIAL Y METODOS.

En el presente estudio se utilizó el método observacional analítico, longitudinal, epidemiológico y prospectivo teniendo como base la hipótesis planteada.

#### 1. DISEÑO DE LA MUESTRA.

La investigación se llevó a cabo en una planta productora de óxidos de plomo en el Estado de N.L.; cuenta con 106 trabajadores distribuidos en 3 turnos rotativos, esto constituyó nuestro universo de trabajo.

El grupo de estudio de 39 trabajadores elegidos en forma aleatoria simple, todos ellos expuestos a diversos óxidos de plomo principalmente minio y litargirio corresponde al 33% de la población trabajadora de la planta.

El tamaño de muestra se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z)^2 (S)^2}{E^2}$$

Z = Al nivel de confianza

S = A la desviación estándar

E = Error máximo que un investigador está dispuesto a aceptar como discrepancia entre  $\bar{x}$ .

Donde:

$$\bar{X} = 40$$

$$Z = 3.06 \text{ o sea el } 99.73 \text{ de confianza}$$

$$S = 2.09$$

$$E = 1$$

Sustituyendo:

$$n = \frac{(9) (4.39)}{1} = 39 \text{ trabajadores}$$

Conocido el número de personas requeridas para la muestra, se eligió en forma aleatoria en base a una tabla; con los números obtenidos se constató a que trabajador correspondía en las planillas del Departamento de Personal.

Los criterios de inclusión fueron:

- a) Trabajar en la sección de óxidos
- b) Tener más de un año trabajando en la empresa
- c) Colaboración voluntaria en la investigación

El cálculo de nuestra muestra requería de 39 personas, que si bien se obtuvo este número, se trabajó con 37 por haberse alterado las muestras biológicas recolectadas (se coagularon) de dos trabajadores. Se hace necesario esta aclaración ya que nuestro muestreo requiere de resultados válidos.

El promedio de 40, corresponde al límite inferior de Pb-S, que recomienda la Asociación Médica Americana como índices biológicos de plomo inorgánicos en sangre (Cuadro 3), estos valores son los utilizados en México.

Para el monitoreo personal se tomaron 14 personas; 12 del área de producción y 2 de personal administrativo (oficinas), esto se hizo con objeto de aumentar las observaciones y poder inferir a la totalidad de la planta.

La elección de las áreas se obtuvo después de 3 recorridos por la planta siguiendo al flujo de producción que nos permitió observar las características de las mismas, que identificamos como se muestra en el Cuadro No. 2.

Las tarjetas del departamento de personal nos dieron los siguientes datos del grupo muestreado:

- 1) Sección en que laboran (Cuadro No. 2)
- 2) Antigüedad en la planta (Cuadro No. 6)
- 3) Edad de los trabajadores (Cuadro No. 5)

## 2. TOMA DE MUESTRAS.

Las muestras de sangre se recolectaron en el transcurso de la mañana (7 a 8 A.M.), fueron tomadas de la circula

CUADRO No. 2

AREAS DE TRABAJO Y NUMERO DE TRABAJADORES  
PARA MONITOREO PERSONAL DE LA EMPRESA  
EN ESTUDIO

N.L.

1 9 8 3

AREAS DE TRABAJO	SUB-AREAS	No. TRABAJADORES
1. Producción	Fundición	2
	Oxidadores	1
	Peletizados	2
	Hornos mecánicos	2
	Molinos atomizadores.	1
2. Laboratorio		1
3. Empaques		1
4. Almacén		1
5. Mantenimiento		1
6. Oficinas		2
TOTAL		14

Fuente: Departamento de Personal.

CUADRO No. 3

INDICES BIOLÓGICO DE PLOMO INORGÁNICO  
ESTABLECIDOS EN DIFERENTES PAISES, EN LOS AÑOS  
1967 - 1971

AÑO	PAIS	ACEPTABLE	EXCESIVA	PELIGROSA
1967 <sup>(1)</sup>	Suecia	< 50	50 - 70	> 70
1968 <sup>(1)</sup>	Amsterdam	--	70	--
1968 <sup>(1)</sup>	Gran Bretaña	< 40	80 - 120	> 120
1971 <sup>(2)</sup>	Estados Unidos. (Asociación Médica Americana)	40 - 60	60 - 100	> 100

FUENTE: (1) *Biological Indices of absorption, biological threshold limit values* (7).

(2) *Medical Service and the Department of Hygiene, University of Goteborg, and A B tudor, Nol. Sweden* (38).

\*Nota: Unidades en ug/100



ción periférica. El sitio de punción se limpió frotando - la zona con algodón embebido en alcohol, empleándose jerin gas hipodérmicas desechables estériles y tubos hepariniza- dos.

La cantidad de sangre obtenida fue de 6 ml. mismo que se utilizó para efectuar Pb-S y PPF-Zn.

2.1 Para el procesamiento de Pb-S se utilizó el método de espectroscopía de absorción atómica, con la técnica -- No. B-C- 11 - R del manual de Perkin Elmer, Modelo - - 2380.

2.2 Para la determinación de PPF-Zn se midió directamente en una gota de sangre completa con ayuda del aparato - hematofluorómetro Buchler, Hematofluor Zp modelo 4 - - 4000.

2.3 Para la toma de muestras (biológicas) los trabajadores, tenían que trasladarse desde el área de trabajo al con sultorio médico de la planta; éste incluye: tiempo de espera, tiempo de toma de la muestra y retorno a su -- área de trabajo.

Durante el procesamiento de la sangre se cronometra- - ron tiempos de ejecución de las técnicas hasta la ob-- tención de resultados, obteniéndose promedios.

2.4 Para la obtención de los precios de mercado por los análisis de Pb-S y PPF-Zn, se realizó una encuesta a los laboratorios de toxicología obteniéndose los precios que muestran el cuadro No. 3.

El monitoreo personal se realizó utilizando bombas personales de marca Bendix PUMP Kit modelo BDX 44, calibradas previamente a volumen promedio 1.5 l/min.

Por contarse con 5 bombas, el monitoreo se realizó en tres días alternos.

En este monitoreo, las bombas y los filtros fueron previamente identificados, verificando su buen funcionamiento, en forma objetiva cada 2 horas, a la culminación de la jornada laboral se retiraron las bombas para control, calibración y corroborar las posibles alteraciones significativas durante su uso. Se recargaron las baterías de las bombas por medio de energía eléctrica en 12 horas, calibrándose a los litros indicados para ser utilizados nuevamente.

A continuación se presentan los métodos bioquímicos usados y las características de cada uno de ellos en el orden realizado:

*Determinación de plomo en sangre*

*Determinación de protoporfirina*

*Monitoreo personal*

### 3. DETERMINACION DE PLOMO EN SANGRE POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

3.1 *Fundamento.*- La mayor parte (90%) del Pb-S se encuentra dentro de los eritrocitos, al producirse la hemólisis con pirrolidín ditiocarbamato de amonio (PDA), y en esta forma se extrae por medio del solvente, metil isobutil cetona, este extracto se analiza en un espectrofotómetro de absorción atómica.

Una lámpara de cátodo hueco con filamento de plomo, produce luz de longitud de onda característica, esta luz pasa a través de la flama donde se inyecta a presión la muestra y los átomos de plomo la absorben debido al principio básico de física cuántica.

La diferencia de la intensidad de la luz que atravieza la flama antes y después de la introducción de la muestra es proporcional a la concentración de plomo en ella (19,43).

#### 3.2 Material y equipo

*Substancias:*

3.2.1 Tritón X-100 (Éter mono P-(1,1,3,3,- tetrametil butil). Fenílico del plietileno glicol. Merck.

3.2.2 PDA

3.2.3 Metil isobutil cetona, para análisis por extracción (Merck) solución patrón de plomo titrisol (Merck).

3.2.4 Nitrato de plomo

3.2.5 Acido nítrico

### 3.3 Reactivos

3.3.1 Solución patrón de plomo de 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$

3.3.2 Solución estándar de plomo de 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$

3.3.3 PDA al 2% (P/V)

3.3.4 Metil isobutil cetona saturada con agua

3.3.5 Acido nítrico al 1%

### 3.4 Preparación de los reactivos

3.4.1 Solución patrón de plomo de 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  (ampolleta titrisol preparada de acuerdo a instrucciones) ó

3.4.2 Solución patrón de plomo de 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  preparada a partir de:

Nitrato de plomo 1.589 g

Acido nítrico al 1% (V/V) añadir 1000 ml

### 3.4.3 Mezclar

Solución estándar de plomo de 10 $\mu\text{g/ml}$	
Solución patrón de plomo de 1000 $\mu\text{g/ml}$	1 ml
Agua bidestilada aforar a	100 ml
Acido nítrico al 1% (V/V)	
Acido nítrico	10 ml
Agua bidestilada aforar a	100 ml

### 3.4.4 Mezclar

Metil isobutil cetona saturada con agua	
Metil isobutil cetona	500 ml
Agua bidestilada	500 ml

### 3.4.5 Agitar

PDA al 2% (P/V)	
PDA	2 g
Agua bidestilada aforar a	100 ml

## 3.5 Material y aparatos

- 3.5.1 Tubos de ensayo de 16 x 150 mm con tapón de rosca
- 3.5.2 Pipetas volumétricas de 5, 2 y 1 mililitro
- 3.5.3 Pipetas graduadas de 10 mililitros
- 3.5.4 Jeringas
- 3.5.5 Centrífuga
- 3.5.6 Balanza analítica
- 3.5.7 Espectrofotómetro de absorción atómica

### 3.6 Método

#### 3.6.1 Material biológico:

6 a 8 mililitros de sangre

### 3.7 Técnica

#### 3.7.1 Toma y preparación de la muestra

3.7.2 Pesar un tubo heparinizado de 16 x 150 mm con tapon de rosca y poner de 5 - 8 mililitros de sangre. Pesar nuevamente el tubo y por diferencia establecer el peso de la muestra. Añadir 1 ml. de tritón X - 100 y agitar inmediatamente para hemolizar la sangre, agregar 1 ml de PDA y 5 ml de Metil Isobutil Cetona.

3.7.3 Agitar fuertemente el tubo con la muestra y centrifugar a 3000 rpm durante 10 minutos para separar el extracto de la sangre.

### 3.8 Análisis

3.8.1 Analizar la fase orgánica (metil isobutil cetona) de los problemas y el estándar de 5 microgramos totales, (ver curva de calibración) extraído en forma similar. Utilizar un blanco de metil isobutil cetona para poner el cero del espectrofotómetro de absorción atómica, ajustado a -- las siguientes condiciones:

Longitud de onda	283.3 nm
Abertura de paso de luz	0.7 nm
Fuente de energía	Lámpara de cátodo hueco para plomo.
Tipo de flama	Aire - acetilo oxidante (azul)

### 3.8.2 Curva de Calibración

Se colocan 5 g de sangre (con la misma concentración normal de plomo) en doce tubos divididos en cuatro series de tres tubos cada una y se procede como sigue:

Tubos con 5 g. de sangre	Solución estándar de 10 µg/ml	Concentración µg/100 g.
1 (3)	0	0
2 (3)	0.15	30
3 (3)	0.30	60
4 (3)	0.50	100

### 3.8.3 Cálculos.

$$\text{Pb-S (µg/100 g)} = \frac{\mu\text{g totales x absorbancia del problema x 100}}{\text{Absorbancia del estándar x peso de la muestra.}}$$
$$\delta = \frac{\mu\text{g en la muestra x 100}}{\text{g. de muestra}}$$

#### 3.8.4 Valores normales.

Personas no expuestas: menor de 40  $\mu\text{g}/100$  g de sangre.

### 3.9 Medidas de seguridad y control

Todo el material usado debe ser lavado de la siguiente forma:

3.9.1 Lavar el material con agua y detergente

3.9.2 Enjuagar con agua corriente

3.9.3 Sumergir el material en ácido nítrico al 10% caliente.

3.9.4 Enjuagar con agua corriente

3.9.5 Enjuagar con ácido nítrico 1:1

3.9.6 Enjuagar con agua corriente

3.9.7 Enjuagar con agua bidestilada abundante.

## 4. DETERMINACION DE PROTOPORFIRINA

### 4.1 Fundamento.-

Cuando las protoporfirinas se excitan con la luz -- ultravioleta de longitud de onda de 424 nm emiten -- fluorescencia de longitud de onda de 594 nm, la can -- tid -- ad -- de -- fluorescencia es proporcional a la concentración de protoporfirinas. Para medir la PPF-Zn -- en una gota de sangre se usa un hematofluorómetro;



este es un aparato portátil, de fácil manejo con el que se puede hacer un promedio de 20 - pruebas por hora (8).

#### 4.2 Material y Aparatos

Lanceta desechable de punta larga (5 mm)

Cubreobjetos del No. 1 de 25 mm x 25 mm.

Varilla de vidrio de 10 cm de longitud x 4 mm de -- diámetro.

Hematofluorómetro (hematofluor Zp modelo 4-4000).

#### 4.3 METODO

##### 4.3.1 Material biológico.-

La piel de la oreja o de la yema del dedo se lava con detergente y agua o se limpia frotándola con algodón y alcohol. Se punciona con una lanceta desechable de punta larga (5 mm) se deja salir la sangre y se pone una gota en el centro de un cubreobjetos del No. 1 de - - 25 mm x 25 mm. Con agitador de vidrio se extiende la sangre en la superficie del cubreobjetos, lo suficiente para cubrir la abertura del portaplacas del hematofluorómetro. El cubreobjetos se coloca en el nicho o depresión de la placa para la muestra.

4.3.2 Con el agitador se continúa revolviendo la sangre 5 segundos, por lo menos para oxigenarla.

4.3.3 La sangre con anticoagulante (heparina o EDTA) -- puede almacenarse en el refrigerador durante una semana. Antes del exámen se mezcla suavemente -- hasta que la muestra este homogénea, después se -- destapa el tubo con la muestra para que se oxigene y se agita suavemente en un agitador durante -- 10 ó 15 minutos, lapso suficiente para que la -- muestra alcance la temperatura del laboratorio, -- condición recomendada para obtener un resultado -- correcto. Después se pone una gota en el cubreobjeto, se extiende y se revuelve con el agitador como antes se mencionó.

#### 4.4 TECNICA.

Se calibra el aparato con las láminas que acompañan el aparato para poner: el cero, el valor alto (150-250) y el valor bajo (30-70) según las instrucciones del fabricante.

4.4.1 Poner el cubreobjetos en la depresión a propósito, que tiene el portaplacas, empujar suavemente el portaplacas, hasta el primer tope que corres-

ponde a la placa negra; cuando la lectura que se obtiene con esta placa es menor que 30 se considera que el hematofluorómetro funciona correctamente, después se empuja nuevamente el portaplacas hasta el segundo tope que corresponde a un estándar interno del aparato (hecho de rodamina B), cuando la lectura que se obtiene de este estándar cae entre 70-140 unidades se considera -- que el hematofluorómetro funciona correctamente. Nuevamente se empuja el portaplacas hasta el tercer tope en el que está la muestra, la lectura que se obtiene es la concentración de PPF-Zn o PPF eritrocitaria según la selección que se haya hecho en los controles del aparato (Zp o EP). - Cuando una muestra empieza a secarse se deshecha.

4.4.2 El portaplacas y sus componentes se limpian con una tela, que no suelte pelusa, humedecida con alcohol isopropílico.

4.4.3 El cubreobjetos con la muestra debe estar perfetamente limpio sin polvo ni pelusa y manejarse - tomándolo por los bordes y nunca tocar con los - dedos las superficies.

Las burbujas en la muestra causan lecturas incorrectas, su presencia se infiere cuando se obtiene una lectura demasiado desviada del resto de las lecturas de la misma muestra, desviación que se corrige cuando la sangre se revuelve con el agitador.

- 4.4.4 Cuando el hematocrito es más bajo ó alto de lo normal, se hace la corrección multiplicando la lectura encontrada por el producto de dividir el hematocrito obtenido entre 35 (en niños) ó 42 -- (en adultos).

Los valores normales en niños hasta 59 microgramos en 100 ml de sangre según datos del Centro para el Control de las Enfermedades de los Estados Unidos de Norteamérica (40).

- 4.4.5 Medidas de seguridad y control.

Las generales para efectuar los procedimientos de química clínica.

## 5. MONITOREO PERSONAL

### 5.1 FUNDAMENTO.-

Se basa en determinar la exposición real del trabajador al plomo ambiental durante la jornada de trabajo.

Esto se logra mediante la utilización de un mecanismo de recolección del aire que respira la persona - muestreada; fijándose el casete a la solapa del uniforme cerca de la zona respiratoria.

5.1.2 Al hacer pasar una corriente de aire a una -- velocidad constante de 2 litros por minuto, - el rango del tamaño de las partículas recogidas es constante, éstas serán retenidas en un filtro de celulosa cuyos poros tendrán un diámetro de 0.45  $\mu$ .

5.1.3 La bomba de aspiración del muestreador será - accionada por pilas y se colgará del cinturón del usuario para evitar interferencia y moleduras durante su labor (19).

## 5.2 EQUIPO PARA CALIBRAR LAS BOMBAS

Soporte	1
Bureta	1
Matraz Erlenmeyer 250 ml	1
Sistema conector	1
Bombas	5

### 5.2.1 Procedimiento.-

Las bombas deben cargarse con energía eléctrica

ca durante un tiempo mínimo de 12 horas, para proceder a la calibración posterior siguiendo el siguiente proceso:

- 5.2.2 La bomba se conecta en el sistema conector y de ahí al matraz, el que impide el paso de líquidos a la bomba, éste se conecta a la bureta la misma que está sujeta al soporte; las paredes interiores de la bureta, deben ser humedecidas previamente, facilitando el desplazamiento de las películas jabonosas.
- 5.2.3 Se hace llegar un recipiente con agua jabonosa a la boca de la bureta lográndose formar una película jabonosa que por la presión del vacío ejercida por la bomba recorrerá a lo largo de la graduación de la bureta, siendo este recorrido cronometrado y por medio de la siguiente fórmula se calcula la conversión a litros por minuto.

$$X = \frac{1000 \text{ cc} \times (\text{tiempo cronometrado})}{250 \text{ cc} \quad (\text{volumen conocido})}$$

- Unidades son volúmenes por minuto
- En caso de que no se obtenga el volumen re-

querido de litros por minuto, se calibrará hasta obtener la cantidad que se desea alcanzar.

5.3 Analito: Plomo y compuestos inorgánicos de plomo.  
Método No.: S 341  
Matriz: Aire  
Rango: 0.128-0.399 mg/m<sup>3</sup>  
OSHA Estandar: 0.2 mg/m<sup>3</sup>  
Precisión (CV<sub>T</sub>): 0.072  
Dato validación: 10/ 24/ 75  
Procedimiento: Colección de filtro, digestión con ácido nítrico, absorción atómica.  
Principio del método: 13/

5.3.1 Un volumen conocido de aire es atraído a través de un filtro de membrana de celulosa para coleccionar el analito.

5.3.2 A las muestras se les hace un cenizado húmedo usando ácido nítrico para destruir la matriz orgánica, y el plomo (incluyendo compuestos de plomo) es después solubilizado en ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>).

5.3.3 Las soluciones de muestras y estándares son analizados por aspiración en la flama oxidante aire-acetileno de un espectrofotómetro de absorción atómica usando una lámpara de cátodo hueco para plomo.

#### 5.4 Rango y sensibilidad.-

5.4.1 Este método fue válido sobre el rango de 0.128-0.399 mg/m<sup>3</sup> usando una muestra de 80 (litros) en una temperatura y presión atmosférica de 22°C y 761 mm de Hg.

Bajo las condiciones del tamaño de la muestra (180 litros), el rango de trabajo del método está estimado para ser de 0.028-1.0 mg/m<sup>3</sup>.

5.4.2 La sensibilidad del método usando un volumen de solución final de 10 ml es de 2.3 microgramos de plomo los cuales bajo la condición del tamaño de la muestra, corresponden a 0.013 mg/m<sup>3</sup>. El método puede ser ampliado a valores más grandes (altos) por dilución de la muestra.

Mediciones de concentraciones atmosféricas más altas pueden ser hechos usando volumen de



*solución final, por períodos mayores de muestreo, o por expansión de escala para incremento de respuesta instrumental.*

## *5.5 Interferencia.-*

*5.5.1 Interferencias no catiónicas; sin embargo, -- fosfato, carbonato, yoduro, fluoruro y acetato, suprime la absorbancia significativamente en concentraciones diez veces mayores que el plomo. La adición del EDTA a la solución de tal forma que las soluciones de muestra son - 0.1  $\mu$  con respecto al EDTA determina superar esta interferencia.*

*5.5.2 A 217 nm. especies no atómicas en la flama ab sorben fuertemente. Cuando la muestra tiene una alta concentración de sólidos disueltos - esto es necesario para corregir para absorción no atómica por el uso de lámpara de hidrógeno continua.*

## *5.6 Precisión y efectividad.*

*5.6.1 El coeficiente de variación (CVT) para el total analítico y método de muestreo en el rango de 0.128-0.399 mg/m<sup>3</sup> es 0.072.*

Este valor corresponde a  $0.014 \text{ mg/m}^3$  de desviación estándar en el nivel estándar del OSHA.

Información estadística y detalles para la validez y procedimientos experimentales de prueba pueden ser encontrados en la referencia (13).

5.6.2 Una colección eficaz de 1.00 fue determinada para colección media de preferencia no fue intrducida en el paso de colección de la muestra.

También no había aparente preferencia en el método de muestreo analítico por el cual un método analítico de corrección y recuperación no fue hecho. Por lo tanto el coeficiente de variación (CVT) es una medida satisfactoria de ambos métodos, de exactitud y precisión del muestreo y método analítico.

5.7 Ventajas y desventajas del método.

5.7.1 El artefacto de muestreo proyectado es pequeño, portátil y no incluye líquidos. Las mues

tras colectadas sobre filtros son analizados por medio de un método instrumental rápido.

## 5.8 Aparato.-

5.8.1 Equipo de muestreo. La unidad de muestreo para la colección de muestras personales de aire para la determinación del contenido del metal tiene los siguientes componentes.

5.8.2 La unidad del filtro, consistente del filtro medio (sección 6.2) y un casete con porta filtro apropiado de 37 mm de 3 piezas.

5.8.3 Bomba personal de muestreo. Una bomba calibrada de muestreo personal cuyo flujo puede ser de 5% en la velocidad del flujo recomendada. La bomba podrá ser calibrada con un portafiltro representativo y filtro en la línea.

5.8.4 Filtro mixto. La membrana del filtro es una mezcla de éter celulosa: 37 mm de diámetro, - 0.8 micrómetros de tamaño de poro.

5.9 Espectrofotómetro de absorción atómica. El instrumento deberá estar equipado con una cabeza de quemador de aire-acetileno.

5.9.1 Lámpara de cátodo hueco de plomo.

5.9.2. Oxidante: Aire comprimido.

5.9.3 Combustible: Acetileno.

5.9.4 Las válvulas que reducen la presión manométrica a 2 medidas 2 grados de la válvula para -- reducir la presión y las correcciones de la -- manguera apropiada son necesarias para cada -- tanque de gas comprimido usado.

6. Equipo de vidrio, borosilicato.

6.1 Matraces beakers de 100 ml cubiertos con vidrios de reloj.

6.2 Pipetas graduadas de capacidad: 1,3,5,7 y 10 ml.

6.3 Matraces de aforación de 100 ml y 10 ml.

7. Frascos de nalgene.

7.1 Cinco frascos de nalgene de capacidad de 100 ml para guardar los estándares de plomo diluidos.

7.2 Un frasco de nalgene de 1000 ml para guardar la solución stock de plomo de 100 ppm.

7.3 Estufa de platos calientes con control de ajuste -- termostáticamente capaces de alcanzar 400°C.

8. Reactivos

Todos los reactivos usados deberán ser grado ACS o mejor.

8.1 Agua destilada o deionizada.

8.2 Acido nítrico diluido (10 ml de ácido nítrico diluido a 100 ml con agua destilada o deionizada usado para estándares diluidos de plomo.

8.4 Plomo Metálico (granulado) grado reactivo.

8.5 Nitrato de plomo, grado reactivo.

## 9. Procedimiento

### 9.1 Limpieza de equipo.

9.1.1 Antes de usarse, todo el material de vidrio deberá inicialmente ser remojado en una solución de detergente suave para remover cualquier residuo químico o de grasa.

9.1.2 Después de la limpieza inicial el material de vidrio deberá ser limpiado con ácido nítrico concentrado, caliente y enjuagarle a conciencia con chorro de agua destilada en ese orden y entonces secarlo.

9.1.3 Para material de vidrio el cual ha sido sujeto al procedimiento entero de limpieza, un enjuagado con ácido nítrico será apropiado.

9.2 Calibración de bombas personales de muestreo. Cada bomba personal de muestreo deberá ser calibrado con un casete filtro representativo en la línea. Este

deberá minimizar errores asociados con la incertidumbre en el volumen de muestra colectada.

### 9.3 Recolección y envío de muestras.

9.3.1 Ensamblar el filtro en el casete de tres piezas del porta filtro y ciérrelo fuertemente - para asegurar que el anillo del centro selle la orilla del filtro.

La membrana de celulosa del filtro es detenida en su lugar por un cojincillo de celulosa que la sostiene.

9.3.2 Remueva el enchufe del casete y conectar en el tubo de las muestras personales, sujetar el casete a la solapa del trabajador; los enchufes del casete se vuelven a su lugar después del muestreo.

9.3.3 El aire que se está muestreando no debe pasar a través de ninguna manguera antes de entrar al filtro del casete.

9.3.4 Una muestra del tamaño de 180 litros es recomendado. Haga la muestra a un volumen de 1.5 litros por minuto. El volumen debe ser conocido con exactitud de muestra; como es posible.

9.3.5 Abra la bomba y empiece la recolección de muestra; como es posible que llegue a adherir

se al filtro por una carga fuerte, partículas o la presencia de aceite u otro líquido en el aire; la bomba que rota debe ser observada -- frecuentemente y el muestreo debe ser terminado en cualquier evidencia de un problema.

- 9.3.6 Terminar el muestreo al tiempo predeterminado y anotar el volumen de la muestra, el tiempo de recolección, la temperatura ambiente y la presión. Si no es posible hacer la lectura de presión, tomar nota de la altitud.
- 9.3.7 Anote cuidadosamente la identidad de la muestra y toda la información relevante al muestreo.
- 9.3.8 Por cada grupo de 10 muestras preséntese un filtro del mismo tipo de filtros que fue usado para la recolección de muestras, el cual es sujeto exactamente al mismo tratamiento -- excepto que no pasó aire a través de éste, -- márchese éste como un blanco.
- 9.3.9 Los casetes en los cuales las muestras son recolectadas deberán ser enviadas en una caja apropiada, diseñada para prevenir daños en el transporte.

#### 9.4 Análisis de muestras.

9.4.1 Transfiera cada muestra a un frasco beaker de 100 ml.

9.4.2 Cenización húmeda. Trate la muestra en cada frasco con 2-3 ml de ácido nítrico concentrado para destruir la matriz orgánica del filtro. Cubra cada frasco beaker con un vidrio de reloj y caliente sobre un plato caliente (estufa) a 140°C hasta que la mayoría del ácido se haya evaporado. Repita este paso de nuevo.

Cubra cada beaker con un vidrio de reloj y caliente a temperatura más elevada hasta que aparezca una ceniza blanca.

Usando agua destilada, enjuague el material dentro y a los lados del frasco beaker y evapore a sequedad.

9.4.3 Plomo y sus compuestos son solubles en ácido nítrico y no se necesita precaución especial para solubilizar el blanco.

9.4.4 Evapore cada beaker y disuelva los residuos en 1 ml de ácido nítrico concentrado.

9.4.5 Transfiera cuantitativamente las soluciones claras a matraces de aforación de 10

9.4.6 Enjuague cada beaker al menos 3 veces con 1 ml de agua destilada o deionizada y cuantitativa





*tivamente transfiera cada enjuague a la solución en el frasco volumétrico. Diluya todas las muestras a 10 ml con agua destilada o deionizada.*

*9.4.7 Aspirar las soluciones dentro de una flama oxidante de aire acetileno y registre la absorbancia a 217 nm. La absorbancia es proporcional a la concentración de la muestra y puede ser terminada de la apropiada curva de calibración. Cuando muy bajas concentraciones son encontradas en la muestra, la expansión de la escala puede ser usada para incrementar la respuesta del instrumento, la muestra puede ser secada rediluida a un volumen más pequeño como 5 ó 10 ml. antes de su aspiración. En tal caso no use más solución ácida en la sección 9.4.4, que es necesario para efectuar una transferencia cuantitativa.*

*NOTA: Siga las recomendaciones de fábrica del instrumento para parámetros específicos de operación de AA.*

*9.4.8 Filtros apropiados usados como blanco deberán ser analizados de acuerdo con el procedimiento total.*

## 10. Calibración y estándares.

- 10.1 Prepare un stock de 100 ppm de plomo en solución por dilución de 1 g de plomo metálico en 100 ml de ácido nítrico concentrado y diluya a 1 litro con agua destilada o deionizada.
- 10.2 Del stock de 100  $\mu\text{g}/\text{ml}$  de solución estándar de plomo prepare al menos 5 estándares de testigo para control, cubrir el rango de 10 a 100  $\mu\text{g}/10 \text{ ml}$ . Haga todas las soluciones estándar en ácido nítrico diluido y guarde en los frascos de nalgene de 100 ml.
- 10.3 Aspirar cada muestra del estándar y registro de las absorbancias.
- 10.4 Prepare una curva de concentración por plano sobre un papel gráfico de la absorbancia contra la concentración de cada estándar en microgramos por 10 ml. Este es aconsejable para correr estándares antes y después de series de análisis de muestras para asegurar que las condiciones no han cambiado.

## 11. Cálculos.

- 11.1 Lea el paso en  $\mu\text{g}$ , correspondiente a la absorbancia total de la curva estándar. No son necesarias correcciones de volumen porque la curva estándar está basada en  $\mu\text{g}/10 \text{ ml}$ .

11.2 Correcciones para el blanco deberán ser hechos pa  
ra cada muestra.

$$g = \mu\text{g muestra} - \mu\text{g blanco}$$

Donde:

$\mu\text{g muestra} = \mu\text{g encontrados en la muestra del -}$   
 $\text{filtro.}$

$\mu\text{g del blanco} = \mu\text{g encontrados en el filtro - -}$   
 $\text{blanco.}$

11.3 La concentración del analito en la muestra del ai  
re puede ser expresados en  $\text{mg/m}^3$  ( $\mu\text{g/litros mg/m}^3$ ).

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\mu\text{g (sección 10.2)}}{\text{Volumen de aire muestreado (litros)}}$$

CUADRO No. 4

PRECIOS DE MERCADO DE Pb-S  
EN LA CIUDAD DE MONTERREY, N. L.

1 9 8 3

LABORATORIOS	COSTO
A	\$ 1.265.00
B	2.300.00
C	1.170.00*

FUENTE: ENCUESTA

\* Incluye ALA-U y Ht.

NOTA: En estos precios se agregó el impuesto.

Corresponde a un precio promedio de --  
\$ 1.578.33

Se identifica los laboratorios de esta  
forma por implicaciones éticas.

## PRECIOS DE MERCADO DE APARATOS.

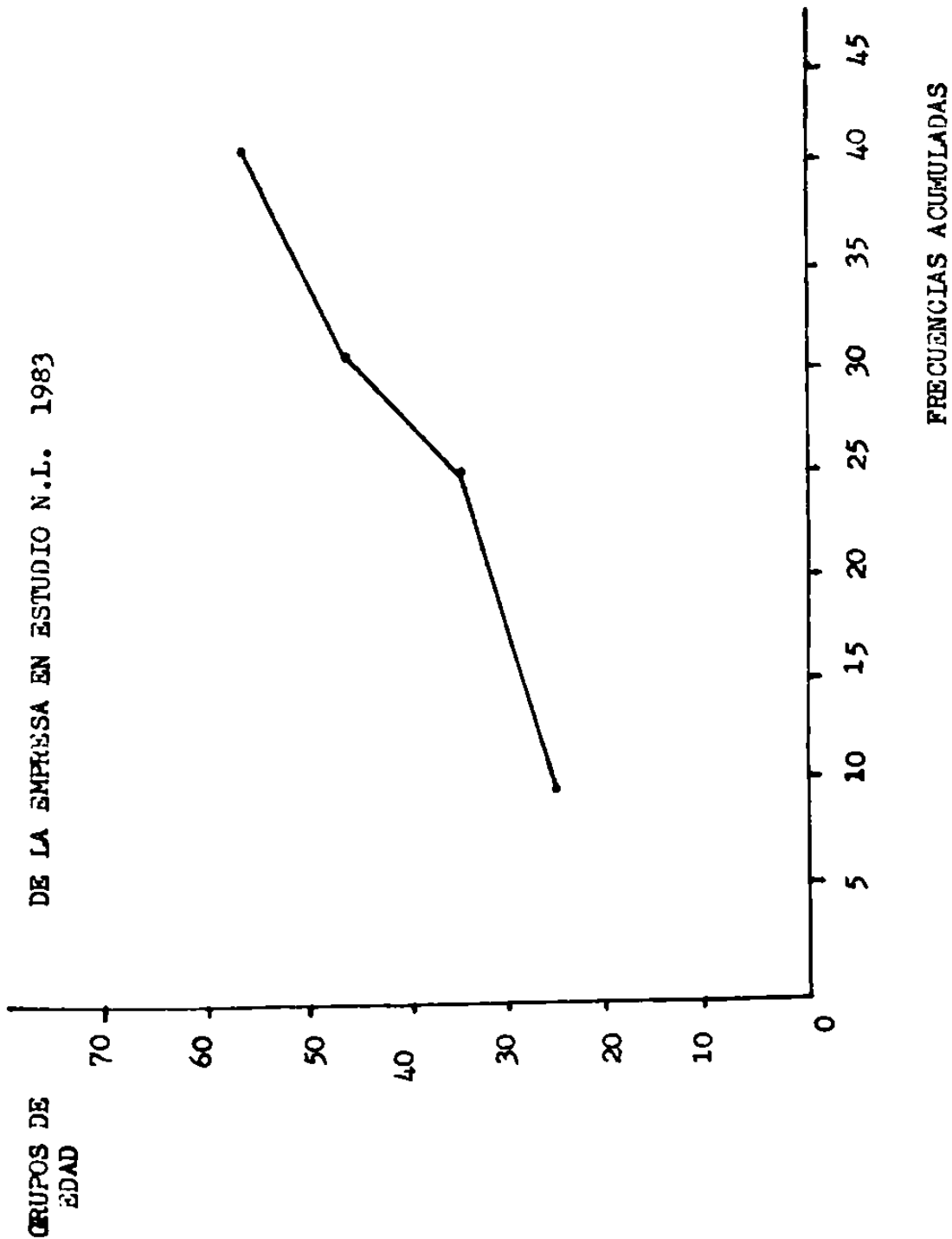
Para obtener los precios en el mercado los aparatos - de espectroscopía de absorción atómica y el hematofluorometro se recurrió a las casas representantes de las marcas - que existen en la localidad.

Hemato <u>fluoromet</u> ro:	\$ 5,700.00 (Dólares)
Espectroscopía de *	\$ 38,970.00 hasta
absorción atómica.	\$ 56,000.00 (Dólares).

.... \* Utilizado para otras determinaciones.

NOTA: Precios hasta Diciembre de 1982, no incluido el - impuesto.

GRAFICA No. 1  
FRECUENCIAS ACUMULADAS POR GRUPOS DE EDAD  
DE LA EMPRESA EN ESTUDIO N.L. 1983



FUENTE: Cuadro No. 5

CUADRO No. 6

ANTIGUEDAD DE LOS TRABAJADORES  
DEL GRUPO MUESTREAL DE LA EMPRESA  
N.L. 1983

ANTIGUEDAD EN AÑOS.	NUMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO PROMEDIO	PORCENTAJE
0 - 6	16	3	41
7 - 13	5	10	13
14 - 20	0	17	0
21 - 27	16	24	41
28 - 34	2	31	5
TOTAL	39	85	100%

FUENTE: Departamento de personal.

CUADRO No. 7

VALORES Y PROMEDIOS DE Pb-S EN  $\mu\text{g}/100$   
DEL GRUPO ESTUDIADO  
N.L. 1983

INTERVALOS DE CLASE $\mu\text{g}/100$	INDIVIDUOS (n)	PROMEDIO ( $\bar{X}$ )
- 0	2	0
25.6 - 30.6	5	28.1
30.7 - 35.7	1	33.2
35.8 - 40.8	3	38.3
40.9 - 45.9	9	43.4
46 - 51	8	48.5
52 - 57	9	54.5
58 - 63	2	60.5
TOTALES	n = 39	306.5

$$S = 10.72$$

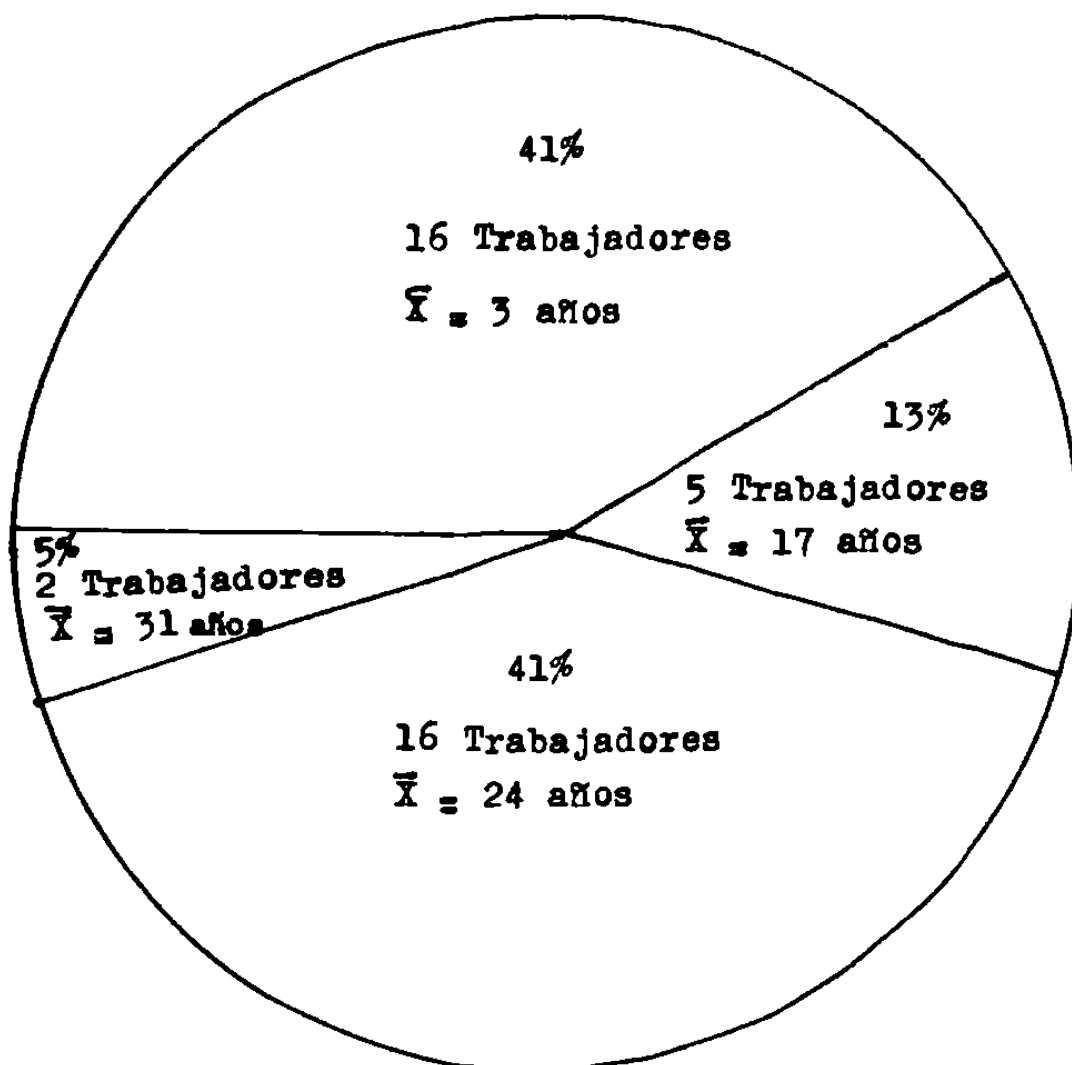
$$\bar{X} = 43.78$$

FUENTE: Valores de Pb-S obtenidos por espectroscopía de absorción atómica.



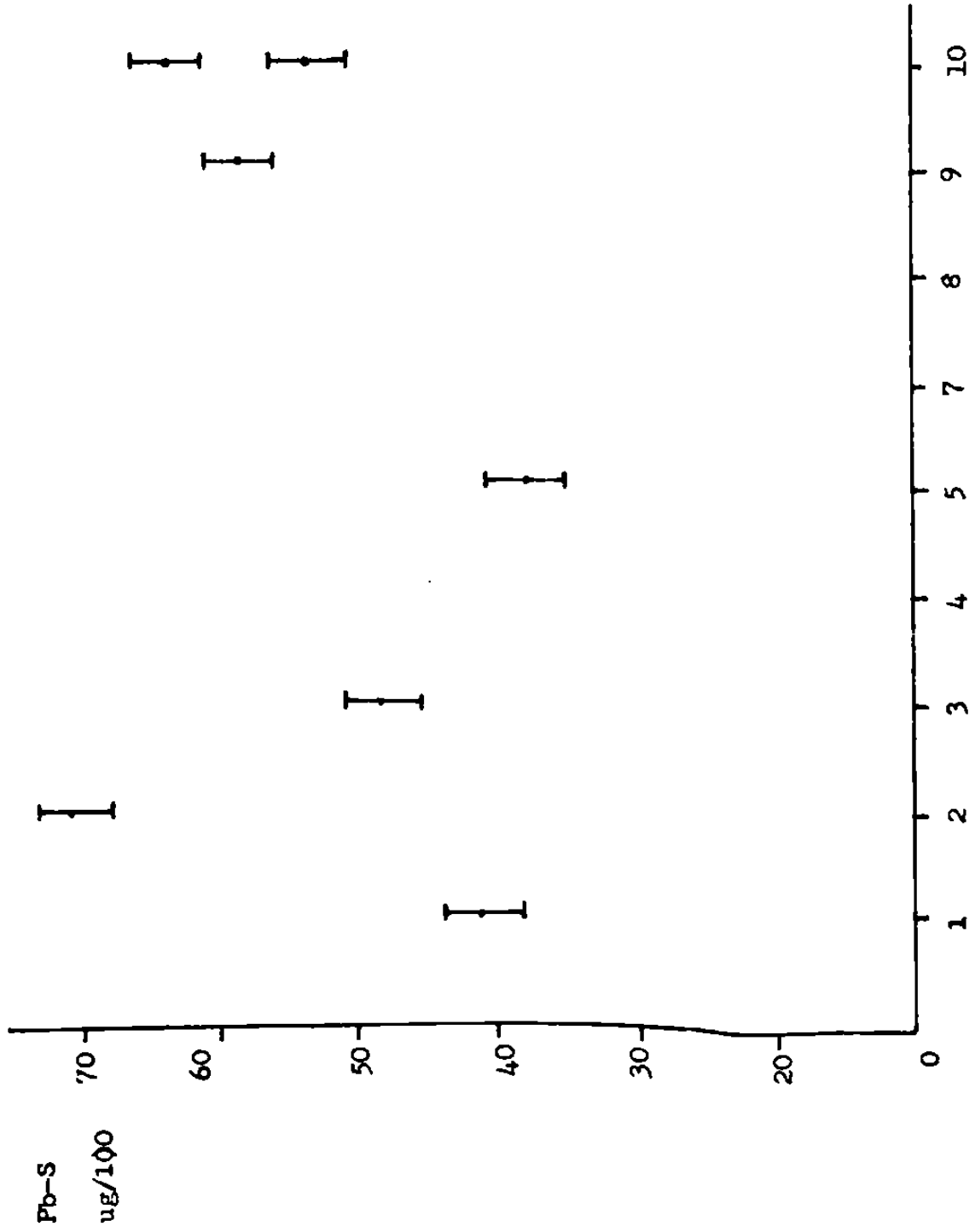
GRAFICA No. 2

ANTIGUEDAD DE LOS TRABAJADORES DEL GRUPO  
MUESTRAL DE LA EMPRESA  
N.L. 1983



FUENTE: Cuadro No. 6

GRAFICA No. 3  
PLOMO EN SANGRE EN RELACION AL PROMEDIO DE INDIVIDUOS ESTUDIADOS  
N.L. 1983



FUENTE: Cuadro No.7

CUADRO No. 8  
VALORES Y PROMEDIOS DE PPF-Zn EN  $\mu\text{g}/100$   
DEL GRUPO ESTUDIADO  
N. L. 1983

INTERVALO DE CLASE $\mu\text{g}/100$	INDIVIDUOS (n)	PROMEDIO ( $\bar{X}$ )
- 0	2	-
21 - 81	18	51
82 -142	10	112
143 -203	4	173
204 -264	3	234
265 -325	0	295
326 -386	1	356
387 -447	1	417
TOTALES	n = 39	1638

$$\bar{X} = 234$$

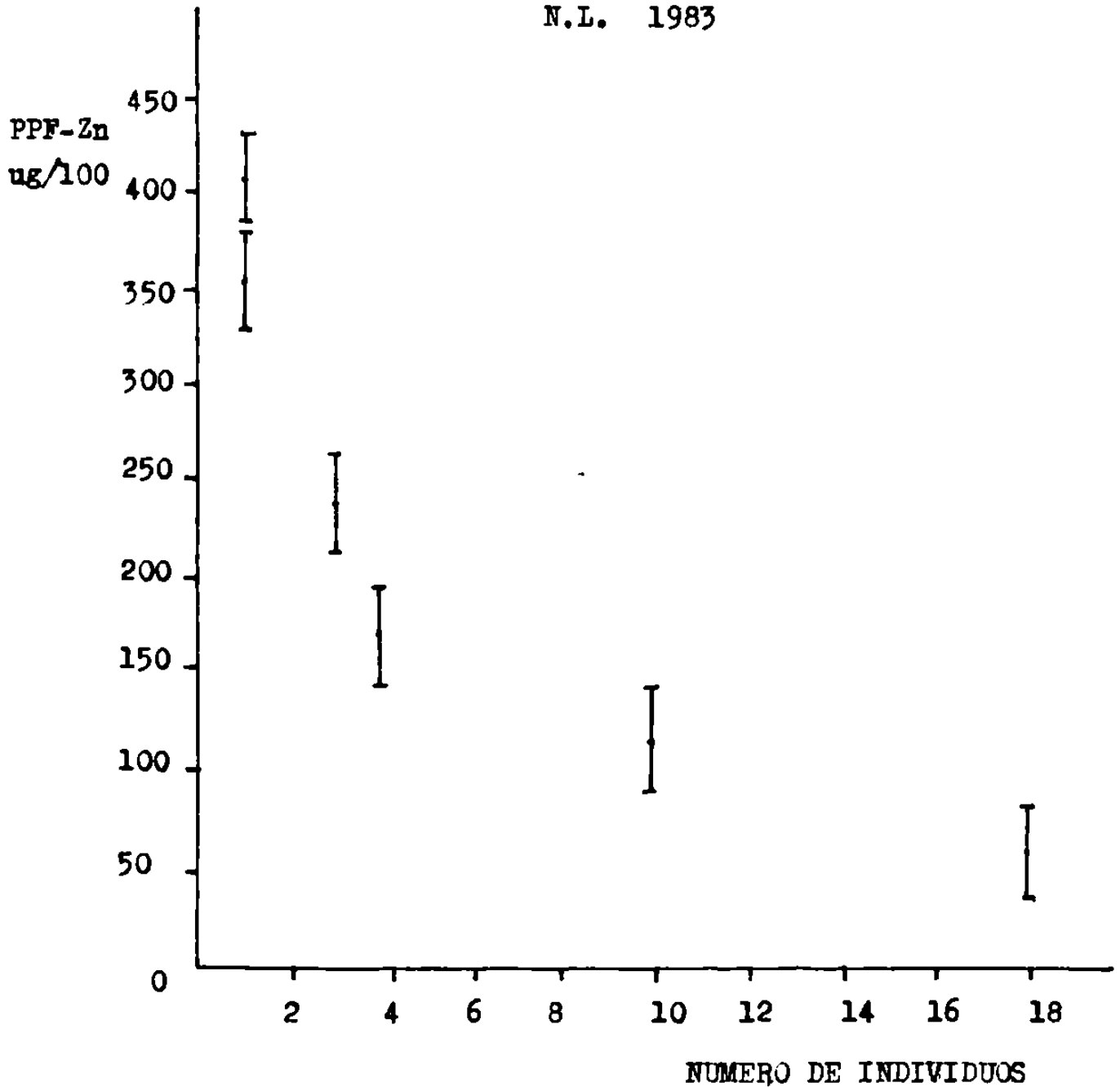
$$S = 122$$

FUENTE: Valores de PPF-Zn obtenidos por el hematofluorometro.

GRAFICA No. 4

PPF-Zn EN RELACION AL PROMEDIO  
DE INDIVIDUOS ESTUDIADOS

N.L. 1983

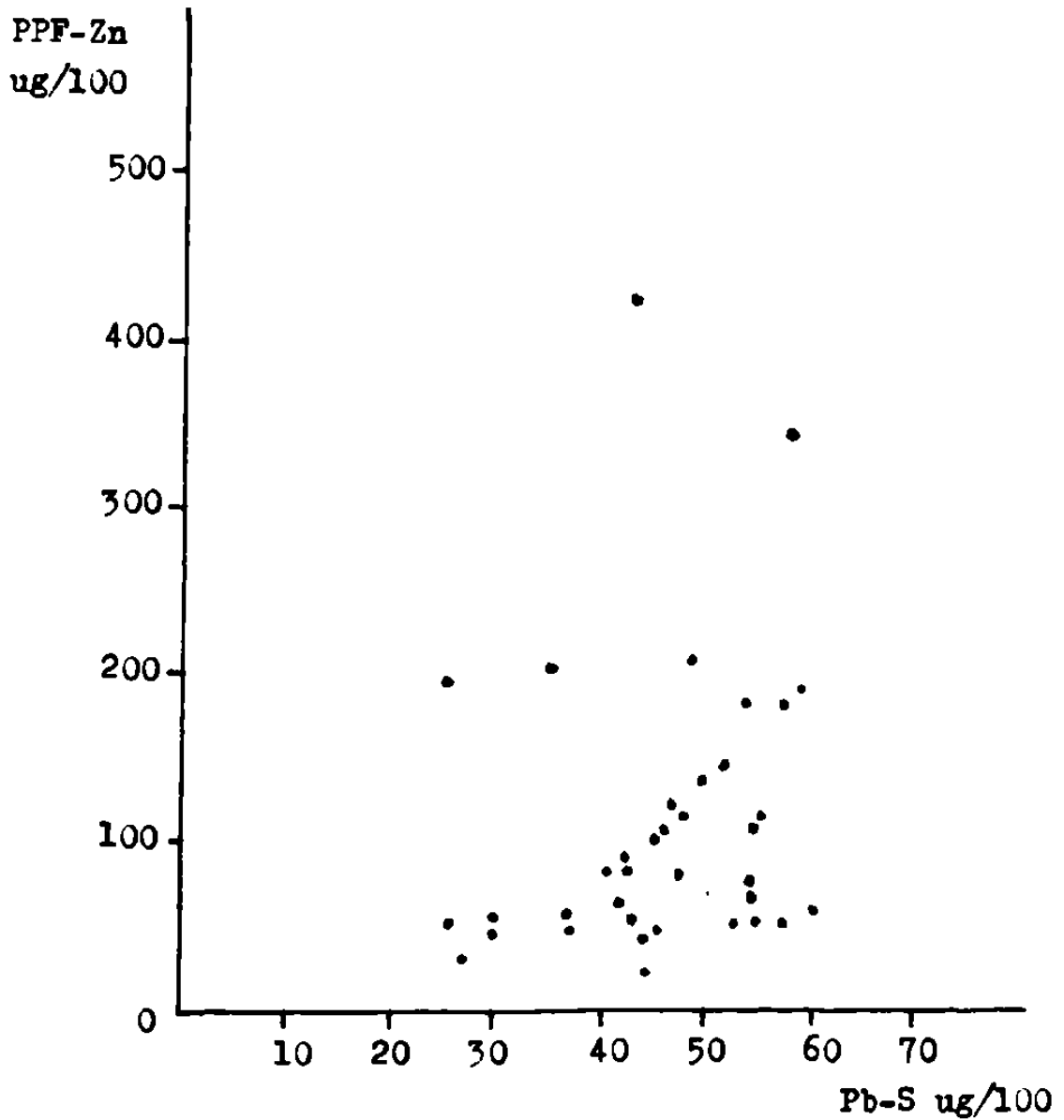


FUENTE: Cuadro No. 8

NOTA : Cada punto representa el valor promedio  $\pm$  la desviación estándar de los valores PPF-Zn.

GRAFICA No.5

CORRELACION ENTRE Pb-S Y PPF-Zn DE EL GRUPO  
EN ESTUDIO. N.L. 1983



FUENTE: Cuadros No.7 y 8

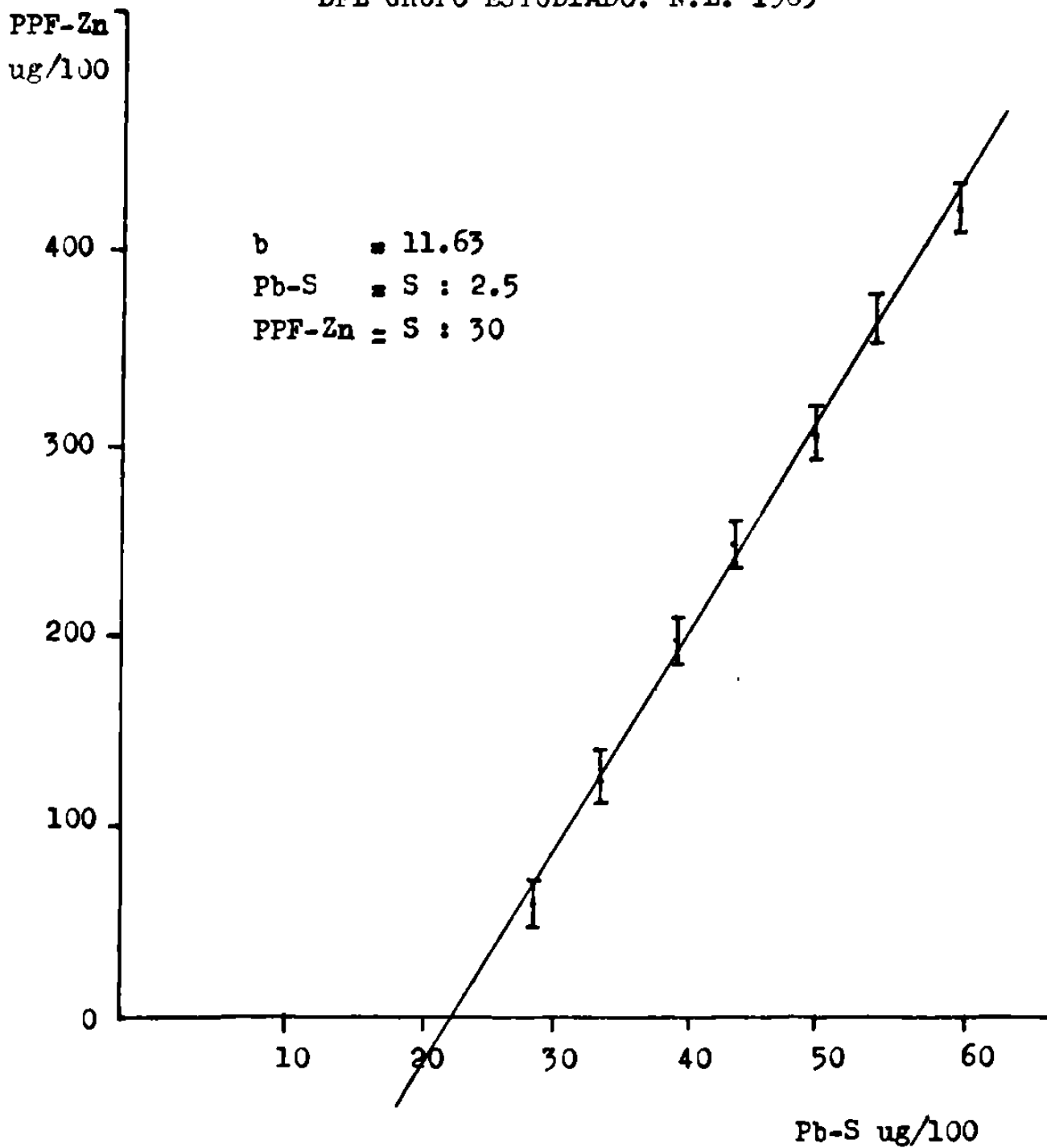
CUADRO No. 9  
PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTANDAR DE Pb-S  
y PPF-Zn DEL GRUPO ESTUDIADO  
N.L. 1983

Pb-S	PROMEDIO $\bar{X}$	DESVIACION ESTANDAR (S)	PPF-Zn	PROMEDIO ( $\bar{X}$ )	DESVIACION ESTANDAR (S)
25.6-30.6	28.1	2.5	21 - 81	51	30
30.7-35.7	33.2	2.5	82 - 142	112	30
35.8-40.8	38.2	2.5	143 - 203	173	30
40.9-45.9	43.4	2.5	204 - 264	234	30
46-51	48.5	2.5	265 - 325	295	30
52-57	54.5	2.5	326 - 386	356	30
58-63	60.5	2.5	387 - 447	417	30

FUENTE: Cuadros No. 7 y 8

GRAFICA No. 6

CORRELACION ENTRE PROMEDIOS DE Pb-S y PPF-Zn  
DEL GRUPO ESTUDIADO. N.L. 1983



FUENTE: Cuadro No. 9

## TIEMPOS OBTENIDOS EN TOMAS Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.

Con los valores obtenidos, se hizo inferencia a el -- universo de trabajo, constituido por 106 trabajadores y referidos a un año teniendo como intervalo de tiempo entre - la toma de muestras 6 semanas.

El tiempo cronometrado con los trabajadores que com--prende:

- 1.- Desplazamiento desde su área de trabajo hasta el con--sultorio para la toma de muestra.
- 2.- Fila de espera.
- 3.- Tiempo de extracción de sangre
- 4.- Retorno a su área de trabajo.

Nos reportó un tiempo promedio de 10 minutos.

Estos 10 minutos multiplicado por los 39 trabajadores que es el total del grupo de estudio, nos dió un total de 390 minutos.

De donde tenemos:

10 min. x 39 trabajadores 390 minutos.  
390 min. x 8 tomas anuales 3120 min. (52 horas).



141.33 hrs. para 106 trabajadores de la sección de óxidos en un año.

En resumen:

141.33 horas hombre utilizados para la toma de muestras anual son requeridas.

En el procesamiento de la muestra para detectar Pb-S se tuvo un promedio de 10 por hora.

De donde:

10 muestras-----1 hora

39 muestras-----3 horas. 90 minutos

4 horas 30 minutos

39 muestras se procesan en 4 horas 30 minutos

106 muestras requieren 11 horas 68 minutos (12 - hrs. 8 min).

12 hrs. 8 min. x 8 tomas anuales.

102.40 horas en procesamiento de muestras de 106 trabajadores de la sección de óxidos.

Para la determinación de PPF-Zn, se utilizó el residuo de la sangre utilizada para la determinación de Pb-S, por lo que no se requirió de tiempo adicional para la toma de muestra.

Experimentalmente, se cronometr6 el tiempo obteniéndose un promedio que comprende: limpieza del sitio de punción (oreja 6 pulpejo del dedo), punción y depósito de la gota en cubre-objetos.

Tiempo promedio: 1 minuto

De donde:

39 tomas -----39 minutos  
39 min. x 8 tomas anuales 5 horas, 20 minutos  
106 tomas requieren 106 min. 1 hr. 46 minutos  
1 hr. 46 min. x 8 tomas anuales 8 hrs. 368 minutos  
14 hrs. 13 minutos.

Para la toma de muestra de 106 trabajadores para determinar PPF-Zn en un año.

El promedio de lecturas fue de 20 muestras por hora - de donde:

20 muestras ----- 60 minutos  
39 muestras -----117 minutos  
1 hr. 57 minutos.  
106 muestras ----- 5 hrs. 20 minutos  
5.20 x 8 tomas anuales 42 hrs. anuales para determinación de PPF-Zn.

CUADRO No. 10

TIEMPOS OBTENIDOS EN TOMA Y  
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS Y SECCION DE  
OXIDOS DE EMPRESA EN ESTUDIO

N.L. 1983

ACTIVIDADES	TIEMPO EN HORAS			
	Pb-S		PPF-Zn	
	n	N	n	N
TOMA DE MUESTRAS	52	141.13	5.20	14.39
PROCESAMIENTO	36	102.40	16	42
SUB-TOTALES	88	143.53	21.20	56.13
TOTALES	231.53		77.33	

FUENTE: Cronometraje directo de actividades

N = Universo de trabajo 106 trabajadores

n = Grupo muestral de 39 trabajadores

Inferidos a un año.

CUADRO No. 11

VALORES PARA ELABORAR CURVA DE CALIBRACION  
PARA LECTURAS DE CONCENTRACIONES AMBIENTALES DE Pb  
EN LA EMPRESA N.L. 1983

SOLUCIONES ESTANDAR $\mu\text{g}/100$	ABSORBANCIAS CORRESPONDIENTES
20	568
40	560
60	734
80	915
100	1045

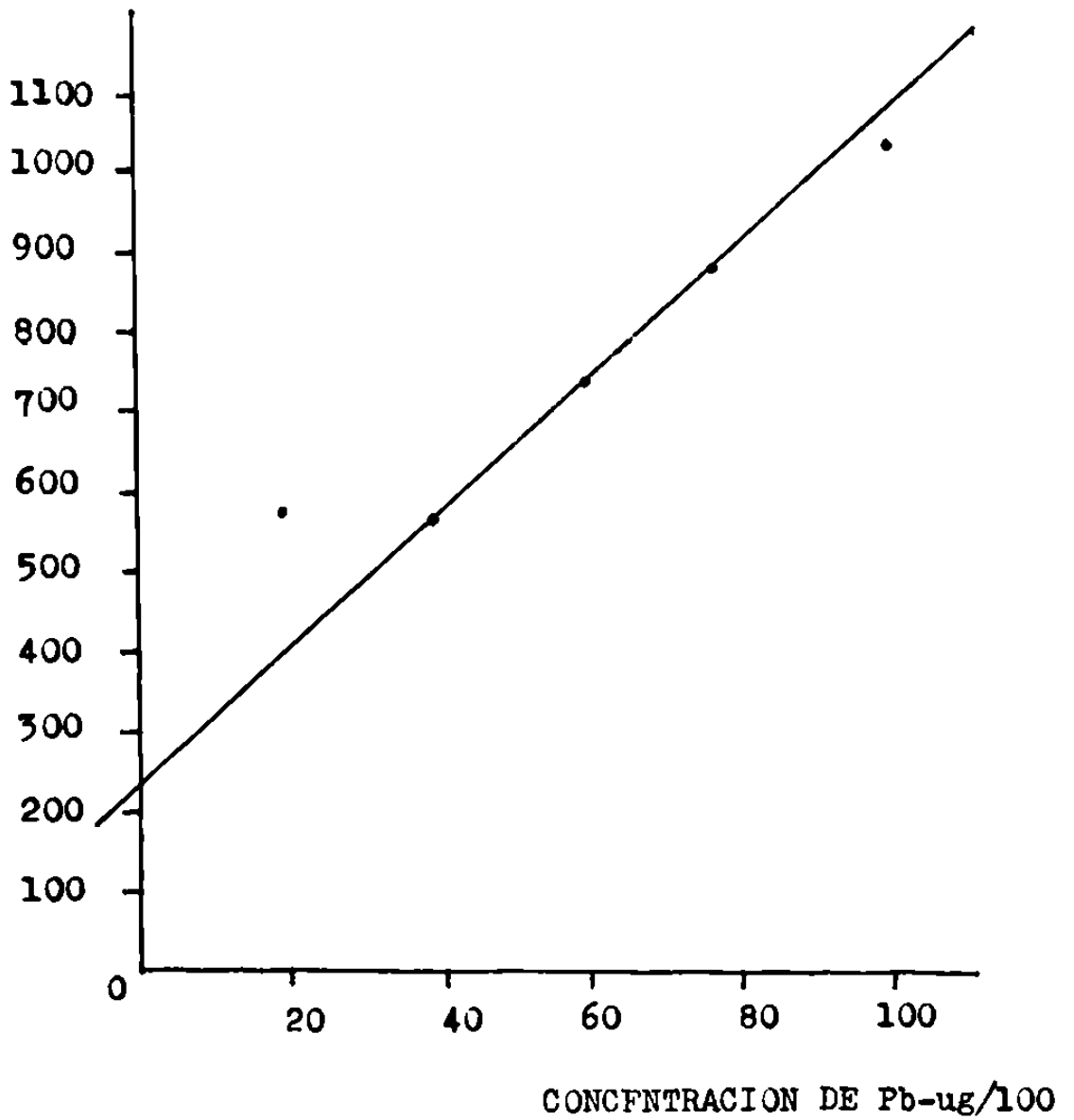
FUENTE: LECTURA DIRECTA DE VALORES POR  
ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION -  
ATOMICA.

GRAFICA No.7

CURVA DE CALIBRACION PARA CONCENTRACIONES  
AMBIENTALES DE Pb

N.L. 1983

UNIDADES DE  
ABSORBANCIA



FUFNTE: Cuadro No. 11

CUADRO No. 12  
VALORES OBTENIDOS CON CURVA DE CALIBRACION

LECTURA DE ABSORBANCIA	LECTURA DE ABSORBANCIA X DE BLANCOS	DIFERENCIA	VALORES OBTENIDOS
835	299	536	37
776	299	477	30.5
1005	299	706	55.5
982	299	683	54
394	299	95	6.52
1016	299	717	58
407	299	108	7.45*
574	299	275	18.9
392	299	93	6.41*
830	299	531	36.5
981	299	682	53.9
991	299	692	44
663	299	364	18
324	299	25	1.72*

\*Se obtuvieron por cálculo matemático, por encontrarse los valores debajo de la curva.

FUENTE: Lectura directa de absonbancias por espectroscopia de absonción atómica.

CUADRO No. 13

RELACION ENTRE CONCENTRACIONES AMBIENTALES  
Y VOLUMEN MUESTREADO DEL GRUPO EN ESTUDIO

N.L. 1983

CONCENTRACIONES <sup>(1)</sup> AMBIENTALES DE Pb EN mg/m <sup>3</sup>	VOLUMEN MUESTREADO <sup>(2)</sup> EN 8 HRS. (LITROS).	RELACION* mg/m <sup>3</sup>
37	897.55	.04
30.5	909	.03
55.5	699.75	.07
54	685.35	.071
6.52	912.15	.007
58	909.9	.063
7.54	689.2	.01
18.9	648	.029
6.41	695	.009
36.5	686.7	.053
53.9	674.1	.08
44	675	.07
18	678.15	.03
1.76	679.05	.002
TOTALES		0.564

\* Se obtuvo según la fórmula  $\text{mg/m}^3 = \frac{\text{mg de muestras}}{\text{Vol. muestreado}}$

$\bar{X} = .40$   $S = .026$

FUENTES: (1) Cuadro No. 11

(2) Lectura directa de monitoreo personal

NOTA: No se tomó el factor de corrección K correspondiente a la temperatura, altitud y volumen en N.L. por no considerarlos significantes. K 0.036

CUADRO No. 14

SUB-AREAS DE TRABAJO Y CONCENTRACIONES DE Pb-  
AMBIENTALES EN  $\text{mg}/\text{m}^3$  EN UNA SEMANA DE 40 HORAS  
N.L., 1983

Pb AMBIENTAL $\text{mg}/\text{m}^3$ *	SUB-AREA DE TRABAJO
.20	Fundición
.15	Oxidadores
.35	Empaques
.35	Almacén
.03	Horno
.31	Horno
.05	Oficina inferior
.145	Mantenimiento
.045	Laboratorio
.26	Fundición
.4	Molino Atomizador
.35	Oficinas Superiores
.15	Empaque
.01	Control de producción
TOTAL 2.854	$\bar{X} = .23$ $S = .13$

FUENTE: Cuadro No. 20

\* Los valores se obtuvieron al multiplicar por 5 el valor inicial de la concentración de 8 hrs. para obtener, el promedio de concentración durante 40 hr. semanales.



## V. ANALISIS Y CONCLUSIONES

## V. ANALISIS Y CONCLUSIONES

En base a los resultados estadísticos de la empresa - en estudio el cuadro No. 5 nos señala el mayor porcentaje de la muestra de trabajadores en edad media de 30 a 39 - - años, corresponden al 35.9%, con la probabilidad de que en este grupo de edad si son víctimas del plumbismo traería - como consecuencia un desequilibrio en la estabilidad económica y social de una familia; así mismo es probable en - estas edades que los hijos sean aún niños, corriendo el -- riesgo del contacto con la ropa o zapatos de trabajo de -- los padres, que por descuido pudiera llevar al hogar.

El grupo comprendido por personas jóvenes entre 20 y 29 años de edad corresponde a un 25.64%; la trascendencia de la enfermedad en esta etapa más productiva del indivi-- duo, suprime en forma temporal o total de su trabajo con - la suma de las consecuencias que lleva el mal.

Con relación al grupo de edad extrema de 50 a 59 años que en la muestra correspondió al 25.64%; la intoxicación plúmbica significaría prescindir de la experiencia y pericia acumulada durante el transcurso de muchos años de la-- bor.

La población podríamos considerarla estable por los resultados del grupo muestral (cuadro No. 6). Un promedio de 24 años de antigüedad en la empresa corresponden al 41 % significando que la compañía a logrado motivarlos, por medio de los adiestramientos permanentes y adecuados (educación), logrando que el plomo como agente causal del saturnismo se le tenga respeto, norma saludable ocupacionalmente.

En cuanto a los valores de plomo en sangre obtenidos en el grupo muestral, se observa los resultados promedio son elevados pero considerados aún dentro de los índices biológicos permisibles según los resultados del Cuadro No. 3.

Las personas con valores promedio de 60.5  $\mu\text{g}/100$  de plomo, rebasan en 0.5 el índice aceptado; esto se explicaría, por el minio y el litargirio con que laboran son las presentaciones más tóxicas del metal.

Las dos personas que se encuentran con concentraciones excesivas; coinciden con los resultados de PPF-Zn como se demuestra en el cuadro No. 8 cuyos promedios por este método se encuentran comprendidos entre 356 y 417  $\mu\text{g}/100$ .

La gráfica de puntos No. 5, constituyó el primer paso de búsqueda de correlación entre los dos métodos utilizados, y nos confirma el cuadro No. 9, marcándose con doble línea los valores a partir de los cuales se encuentran concentraciones aunque aceptables, pero son consideradas indicativas para permanecer alertas de que no rebasen esos límites por considerarse como resultados de etapa sub-clínica. Este cuadro nos muestra la validez de los resultados de ambos métodos, mismos que se grafican en el No. 6; encontrándose incluidos en la curva el promedio y la desviación estándar.

Los tiempos cronometrados del universo y del grupo muestral en estudio nos reportaron diferencias muy significativas como se describen en la Pág. 67, visualizándose más claramente en el cuadro No. 10. La inferencia que se hizo al período anual se basa en que la empresa en estudio efectúa exámenes periódicos de detección de plomo en sangre cada 6 semanas a toda su población obrera.

El cuadro No. 11 muestra la relación que existe entre las concentraciones estándar y las unidades de absorbancia correspondientes a plomo ambientales.

La discrepancia que existe entre la solución estándar de 20 y su lectura se puede atribuir a errores de tipo téc

nico, que no son significativos y se consideran dentro del margen de error aceptado como demuestra la gráfica No. 7.

El punto correspondiente a la concentración estándar de 100  $\mu\text{g}$  de plomo, se encuentra fuera de la línea pero es aceptable por caer su desviación estándar dentro de la curva

Observando los valores obtenidos mediante la curva de calibración, encontramos tres cifras marcadas con asteriscos, estos fueron obtenidos por cálculos matemáticos, debido a que su lectura no era posible, al encontrarse por debajo de la curva de calibración (Cuadro No. 12).

Estos valores se relacionaron con los volúmenes muestreados obteniéndose valores que fluctúan entre 0.002 y -- 0.07  $\text{mg}/\text{m}^3$ , promedio de 0.40 y desviación estándar de -- 0.026. En ellos se decidió no tomar en cuenta los factores físicos, denominado como el factor de corrección K, -- que comprende: temperatura, altitud y volumen muestreado, esto fue en base en que la magnitud que presentaba el estado meteorológico en N.L., los días muestreados, no son de extensión tal como para que produzcan desviaciones importantes (34), y también en los TLVs. poseen factores de seguridad incorporados.

Los valores de plomo ambientales se infieren a 40 hrs., (semana) como exige la obtención de TLVs; y se identifican las sub-áreas de producción a las que pertenecen dichos valores, se utilizaron únicamente como referencia en esta investigación.

Del presente trabajo podríamos decir que la hipótesis al ser compuesta se comprobó por etapas.

La determinación de PPF-Zn por medio del hematofluorómetro como prueba de rastreo primario, da resultados válidos comparado con los de Pb-S por espectroscopía de absorción atómica, se trabajó con un 95% de confianza (índice  $r = 0.99$ ). En cuanto al tiempo de toma y procesamiento de muestras de sangre se tiene como prueba de significancia estadística la reducción en un 33.39% del tiempo utilizado (cuadro No. 10). El precio del hematofluorómetro es 11.9% más barato que el precio promedio del aparato de espectroscopía de absorción atómica (página No. 55).

La laboriosidad entre las técnicas es manifiesta en las páginas 30-38.

Por todo ello se puede concluir que la hipótesis se comprobó y el objetivo se logró.

## VI RECOMENDACIONES

## VI. RECOMENDACIONES

1.- Siendo válidos los resultados obtenidos en el hematofluorómetro se recomienda como prueba primaria de rastreo, no solo a trabajadores ocupacionalmente expuestos, sino también a sus familiares en especial a los niños; y podrían extenderse a muestrear personas que vivan en zonas aledañas a las fábricas transformadoras de plomo.

2.- A pesar de que la determinación de Pb-S es una buena prueba diagnóstica de la presencia de este metal en el organismo, no debería efectuarse con la frecuencia menor a 3 meses, a menos que se obtuvieran valores superiores a 60  $\mu\text{g}/100$  (28).

3.- Debido a las condiciones económicas actuales, podrían agruparse mediante un sistema de cooperativa, de pequeños y medianos empresarios de la industria del plomo, para adquirir y utilizar en forma equitativa el hematofluorómetro.

4.- Las instituciones que cuentan con este aparato, podrían prestar el servicio a empresas que laboran con el metal, lográndose mediante convenio que brinden beneficio a ambas partes.



VII BIBLIOGRAFIA

5.- En la empresa en estudio se sugiere que a personas con valores promedios ( $\bar{X}$ ) igual a  $234 \mu\text{g}/100 \pm 30$  de PPF-Zn se les efectúen exámenes complementarios.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. *Analytical Methods for flame Spectrophotometry*, --  
Varian associates. 1972.
2. *Annual Review. U.S. Lead Industry. Lead Industries Association, Inc.*, 1976.
3. Ariens, E.J.; Lehmann, P.A. y Simonis, A.M.: *Introducción a la toxicología general*. Ed. Diana, México, 1978.
4. Baloh, R.W.: *Laboratory diagnosis of increased - - lead absorption*. *Arch. Environ. Health* 28: 198, -- 1974.
5. Barona de la O., M.N. *Costo social de los riesgos de trabajo*. *La prensa médica mexicana*. p. 22-25, 1976.
6. Blake, R.P.: *Seguridad Industrial*. 6a. reimpresión Ed. Diana, México, 1979.
7. Blejer, H.P.: *Inorganic lead: Biological indices of absorption biological threshold limit values*. -

- En: Health effects of occupational lead and arsenic exposure. A. Symposium U.S. Department of Health, Education and Welfare. Hew Publ. No. (NIOSH) 76 134, Chicago, III. p. 165, 1976.
8. Blumberg, W.E.; Eisinger, J. & Lamola, A.A. and Zuckerman, D.M.: The hematofluorometer. Symposium on porphyrin measurement. Laboratory and clinical aspects. *Chin. Chem* 23: 270, 1977.
  9. Bryce - Smith, D.: Lead, behavior and criminality. *Econogist* 4: 367, 1974.
  10. Chadzynki, L.: Finding the source of lead. Detroit Health Department. Detroit, Mich. 1981.
  11. Chisolm, J.J.: Disturbances in the biosynthesis of heme in lead intoxication. *Pediatr* 64: 174, 1964.
  12. Chisolm, J.J.; Barret, M.B.; and Harrison, H.V. Indicators of internal dose of lead in relation to derangement in heme synthesis, *Johns. Hopkins Med. J.*, 137 (1): 6-12, 1975.
  13. David, G.; Taylor, Ph. D.: NIOSH. Manual of Analytical Methods. Second edition. vol. 3 public

health service center for Disease Control. National Institute for Occupational Safety and Health. - Cincinnati, Ohio, 1977.

14. Documentation of NIOSH Validation Tests, contract No. CDC-99-74-45.
15. Francone, M.P.: Toxicología. Ed. Panamericana 156-166, 1963.
16. Garza de León, A.: Utilidad de la determinación de protoporfirina IX en personas expuestas a plomo. Tesis recepcional para optar el título de Q.B.P. - U.A.N.L. Monterrey, 1982.
17. Goodman, S.G.: Bases farmacológicas de la terapéutica. 5a. edic. Ed. Interamericana. p. 784-787, -- 1978.
18. Grandjean, P.: Occupational lead exposure in Denmark Screening with the hematofluorometer. Brit. J. - - Ind. Med. 36: 52, 1979.
19. Hammond, P.B.: Lead Poisoning. An old Problem - - with a new dimension, An essays in toxicology, -- blood F.R. Ed. New York Academic Press, N.Y.

20. Hessel, D.W.: A simple and rapid quantitative determination of lead in blood. *At. absorp. Newslett.* 7:55, 1968.
21. Instituto Mexicano del Seguro Social, Jefatura de Medicina del Trabajo, departamento de prevención de daños de trabajo. *Servicios de Análisis e información estadística*, 1978.
22. Instituto Mexicano de Zinc, plomo y productos, S.-C. *Boletín informativo*. Ed. en español. p. 12-13. México. 1982.
- 23.- Jahuey, A. Ma. C.: *Determinación de protoporfirina IX en conejos como índice de intoxicación por plomo. Tesis recepcional para obtener el título de Q.B.P. U.A.N.L. Monterrey, N.L. 1982.*
24. Joselow, M.M.; Flores, J.: Comparison of zinc protoporphyrin, M.M. in Whole blood, health. *Lab. Sci.* 14 (2): 126-128, 1976.
25. Joselow, M.M.; Flores, J.: Filter paper disc method for the determination of zinc protoporphyrin in blood health. *Lab. Sci.* 14.129, 1977.

26. King, B.G.: Occupational health and child lead poisoning. Mutual interests and special problems. - - Amer. J. Pub. Hlth 62: 1056, 1972.
27. Lamola, A.A.; Joselow, M.; Yamane, T.: Zinc protoporphyrin (ZPP): A simple sensitive, fluorometric screening test for lead poisoning. Chin. Chem. 21: 93, 1975.
28. Molina, B.G.; Cols.: Plomo sus complicaciones sociales y efectos sobre la salud. Gaceta médica de México 115 (2): 57-64, 1979.
29. Molina, B.G.; Cols.: Plomo sus complicaciones sociales y efectos sobre la salud. Gaceta médica de México 115 (2): 57-64-1979.
30. Molina, B.G.; Cols.; Contaminación ambiental por plomo en áreas industriales. Gaceta Médica de México 113: 213-237, 1977.
31. Molina, G.; Zúñiga, M.A.; Gonzalez, J.D. and Navarrete, C.C.: Blood protoporphyrin IX as a biological indicator of increased absorption of lead - - toxicol. Lett 7: 195, 1981.

32. Mora-Figueroa, J.R.: Evaluación de métodos de laboratorio para determinar huellas de plomo en tejidos humanos. *Gaceta médica de México*. 113 (4) - - 224-226, 1977.
33. Noticias de seguridad: Concentraciones ambientales permisibles (TLVs), aprobadas para 1976 por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1977.
34. Orodonez, B.R.: Epidemiología. *Gaceta médica de México* 113: 215-220, 1977.
35. Piomelli, S.; Davidow, B.; Guinee, V.F ; Young, P. Y. and Gay, G.: The FEP (Free Erythrocyte porphyrins) Test: A Screening micromethod for lead poisoning. *Pediatrics* 51:254, 1973.
36. Sandell, E.B.: Colorimetric determination of traces of metals. En: *Chemical analysis*. vol. III. -- 3a. Edic. (B.L. Clarke, P.J. Elving and I.M. Kolthoff eds) Intersciences Publ. New York. p. 555, -- 1959.
37. Selander, S. and Cramér, K.: Determination of lead in blood by atomic absorption spectrophotometry. - *Ibid.* 25.209-213, 1968.



38. Selander, S. and Cramér, K.: *Interrelation-ship -- between lead in blood, lead in urine, and ALA in - urine during lead work. Br. J. Ind. Med. 27: 28, - 1970.*
39. Shao, S.P.: *Estadística para economistas y adminis*
40. U.S. Department of Health. Education and Welfare: *Criterio for a recomendad standard ocupacional exposure to inorganic lead. Public Health Service. (NIOSH) V; 10, 1972.*
41. Volsin, M.T.: Kubasik, N.P. and Sine, H.E.: *Use -- of the carbón rod atomizer for analysis of lead in blood: Three methods compared. Chin. Chem. 21: - - 1968-1975.*
42. Waldron, H.A.: Stofen, D.: *Subclinical poisoning - Academic Press, London, pp. 224, 1974.*
43. Zinterhofer, L.J.M.: Jatlow, P.I. and Fappiano, A.: *Atomic Absorption determination of lead in blood - and orine in the presence of EDTA J. Lab. Clin. - Med. 78: 664, 1971.*

VIII. ANEXOS

ANEXO No. 1

PRINCIPALES OCUPACIONES EN LAS CUALES EXISTE  
PELIGRO DE ABSORCION ANORMAL DE PLOMO Y SUS -  
COMPUESTOS.

1. *Aceite de linaza, trabajadores de.*
2. *Acido nítrico, trabajadores de.*
3. *Acido sulfúrico, trabajadores en.*
4. *Acumuladores, trabajadores en.*
5. *Agricultores.*
6. *Ajustes de tubos, fabricantes de.*
7. *Alfarería, amasadores.*
8. *Alfarería, calcamonías.*
9. *Alfareros.*
10. *Ambar, trabajadores en.*
11. *Artículos refractarios, trabajadores en.*
12. *Azulejos y mosaicos, trabajadores en.*
13. *Barnices, elaboradores de.*
14. *Barnices, horneadores.*
15. *Barnizadores.*
16. *Bordadores.*
17. *Bronce, trabajadores en.*
18. *Cable, elaboradores y estribadores.*
19. *Cable, empalmadores.*
20. *Cajistas de imprenta.*

21. *Caldereros.*
22. *Calentadores infantiles, trabajadores en.*
23. *Cañones de fusil o escopeta, trabajadores en.*
24. *Capuchones metálicos para botellas, trabajadores en.*
25. *Cargadores en refinación de zinc.*
26. *Cartuchos, trabajadores en.*
27. *Caucho, trabajadores en.*
28. *Caucho amortiguadores, trabajadores en.*
29. *Caucho, mezcladores.*
30. *Caucho, vulcanizadores.*
31. *Cepillos y brochas, trabajadores en.*
32. *Cerillos, elaboradores.*
33. *Clavos, tachuelas, trabajadores en.*
34. *Cobre, refinadores.*
35. *Constructores de tejados.*
36. *Cortadores (oxi.acetileno y otros gases).*
37. *Cuchillería, trabajadores en.*
38. *Curtidores.*
39. *Charol, trabajadores en.*
40. *Chatarra, refinadores.*
41. *Decoradores.*
42. *Dentistas*
43. *Desmenuzadores.*
44. *Diamante, pulidores de.*
45. *Electro galvanistas.*

46. *Electrotipistas.*
47. *Encuadernadores.*
48. *Engrasadores en esmaltado de porcelana.*
49. *Enlatadores de conservas.*
50. *Esmaltadores.*
51. *Esmaltes, fabricantes de.*
52. *Esmeriles, trabajadores de.*
53. *Espejos, plateadores de.*
54. *Estampadores de indiana.*
55. *Estañadores.*
56. *Estaño de hojas, trabajadores en.*
57. *Estereotipistas (clisés)*
58. *Estuco, aplicadores.*
59. *Estuco, pulidores.*
60. *Flores artificiales, trabajadores en.*
61. *Fotografía, retocadores.*
62. *Fumigadores de árboles.*
63. *Fumigadores de tipos.*
64. *Galvanizadores.*
65. *Garajes, trabajadores en.*
66. *Gasolina, limpiadores de tanques.*
67. *Gasolina, mezcladores.*
68. *Grabadores de acero.*
69. *Herreros.*
70. *Impresores de papel*
71. *Insecticidas, trabajadores en.*

72. Instrumentos musicales, trabajadores en.
73. Japán, aplicadores de.
74. Japán, elaboradores de.
- 75.- Jardineros.
76. Joyeros.
77. Juguetes, trabajadores en.
78. Lacas, aplicadores.
79. Lacas, aplicadores.
80. Ladrillos, cocedores de.
81. Ladrillos, moldeadores de.
82. Laminadores de metales.
83. Lámparas incandescentes, trabajadores en.
84. Latón, fundidores de.
85. Latón, pulidores de.
86. Lijadores (pinturas y barnizado de automóviles).
87. Limadores.
88. Linoleum, trabajadores de.
89. Linotipistas.
90. Litógrafos (grabadores de piedra).
91. Litotranspasadores.
92. Metal antifricción, trabajadores en.
93. Moldeadores de pisos.
94. Molineros de caucho.
95. Molineros de metales.
96. Molinos de concentrados de plomo y zinc.

97. *Monotipistas.*
98. *Montadores de tipos.*
99. *Muebles metálicos, esmaltadores.*
100. *Municiones, trabajadores en*
101. *Nitroglicerina, trabajadores en.*
102. *Oro, refinadores.*
103. *Perlas de imitación, trabajadores en.*
104. *Persianas metálicas, trabajadores en*
105. *Petróleo, refinadores.*
106. *Picadores de limas*
107. *Pilas secas, trabajadores en.*
108. *Pintores.*
109. *Pintura blanca para zapatos.*
110. *Pinturas, elaboradores.*
111. *Pinturas, removedores.*
112. *Pinturas, trabajadores en.*
113. *Plásticos de piroxilina.*
114. *Plomeros.*
115. *Plomo blanco, trabajadores en.*
116. *Plomo, fundidores de.*
117. *Plomo, laminadores de.*
118. *Plomo, mineros en.*
119. *Plomo, refinadores.*
120. *Plomo rojo, trabajadores en.*
121. *Plomo tetra etilo, trabajadores en*

122. Plomo, tuberías de trabajadores en.
123. Pulidores.
124. Quemadores, esmaltadores de.
125. Quemadores, soldadores de.
126. Refinadores de metales.
127. Remachadores.
128. Rotuladores.
129. Soldadores.
130. Soldadura, elaboradores.
131. Soldadura eléctrica, trabajadores en.
132. Tabaco, rellenadores.
133. Templadores de metales.
134. Tenería, trabajadores en.
135. Teñidores en general.
136. Teñidores de madera.
137. Tintes, trabajadores en.
138. Tintoreños de madera.
139. Vidrio, acabado, trabajadores en.
140. Vidrio, acidificadores.
141. Vidrio, artículos, trabajadores en.
142. Vidrio, cortadores.
143. Vidrio, cucharones de, trabajadores en.
144. Vidrio, mezcladores.
145. Vidrio, pulidores.
146. Vitrificadores.



147. Zinc, fundidoras.

148. Zinc, laminadores.

149. Zinc, mineros.

150. Zinc, refinadores.

ANEXO 2

ABREVIATURAS USADAS

Pb- S	=	Plomo en sangre
PPF-Zn	=	Protoporfirina Zinc en sangre
PPF-IX	=	Protoporfirina IX
Hto	=	Hematocrito
PDA	=	Pirrolidin ditiocarbomato de amonio
ALA	=	Acido delta-aminolevulínico
PBG	=	Porfobilinógeno
UPG	=	Uroporfirinógeno
CPG	=	Coproporfirinógeno
nm	=	Nanómetro

