

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Fundada en 1551

**FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERIA QUÍMICA
E.A.P. DE INGENIERIA QUÍMICA**



Tesis

Digitales UNMSM

**ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA DE PLOMO EN EL MEDIO
AMBIENTE DE TALARA EN EL AÑO 2003**

MONOGRAFÍA

Para optar el Título Profesional de :

INGENIERO QUÍMICO ...

AUTOR :

JULIO UBILLUS LIMO

**LIMA – PERÚ
2003**

INDICE

Índice

I. RESUMEN

II. INTRODUCCIÓN

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PLOMO

3.1. Tabla periódica.

3.1.1. Componentes de la familia IVA de la tabla periódica

3.1.2. Distribución electrónica

3.1.3. Interpretación electrónica de la familia IVA

3.1.4. Tamaño atómico.

3.1.5. Afinidad electrónica.

IV. CARACTERÍSTICAS DEL PLOMO

4.1. Historia DEL plomo

4.2. Obtención.

4.3. Propiedades físicas

4.3.1. Densidad.

4.3.2. Otras propiedades físicas

4.4. Propiedades químicas

4.5. Concentración de plomo en la corteza terrestre.

4.5.1. Fuentes naturales.

4.5.2. Plomo en rocas, sedimentos, petróleo y minerales.

4.6. Aplicaciones del plomo y derivados.

V. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL PLOMO

5.1. Riesgos de acuerdo a la actividad ocupacional

5.2. Riesgo de acuerdo a la naturaleza química del contaminante

5.2.1. Fuentes inorgánicas

5.2.1.1. Minería.

5.2.1.2. Metalurgia

5.2.1.3. Acumuladores de plomo

5.2.1.4. Recubrimientos

5.2.1.5. Municiones

5.2.1.6. Industria de vidrio

5.2.1.7. Cosméticos

5.2.1.8 Cañerías

5.2.1.9. Soldaduras de plomo

5.22. Fuentes orgánicas

5.2.2.1. Arseniato de plomo

5.3. Fuentes de contaminación ambientales en general

5.3.1. Evolución de la contaminación ambiental de plomo en el
siglo XX

5.3.2. Aire

5.3.3. Agua

5.3.4. Suelo

5.3.5. Alimentos.

5.4. Plomo tetraetílico (TEL) - generalidades

5.4.1. Generalidades

5.4.2. El plomo en los combustibles

5.4.2.1. Combustible de motores

5.4.2.2. Gasolina - generalidades

5.4.2.3. Derivados alquílicos del plomo

5.4.2.4. Características del TEL

5.4.2.5. Características del plomo tetrametílico

5.4.2.6. Producción de antidetonantes.

5.4.2.7. Transporte de antidetonantes

5.4.2.8. Usos de antidetonantes

5.4.2.9. Riesgos de los antidetonantes

5.4.2.10. Intoxicación y antídotos.

5.5. La ingeniería química del TEL

VI. MUESTREO.

6.1. Plomo atmosférico

6.1.2. Partículas suspendidas totales (PTS)

6.2. El ciclo geoquímico de plomo en la atmósfera.

6.3. El plomo en el aire

6.3.1. Plomo atmosférico natural

6.3.2. Contaminación del aire por el plomo

6.3.3. El plomo en las carreteras

6.3.4. Dispersión del plomo en el aire

6.4. Selección de las zonas mas contaminadas de Talara

6.4.1. Características de las zonas de muestreo

6.5. Características de Talara

6.6. Especificaciones del equipo muestreador de plomo ambiental

6.6.1. Aparato

6.7. Toma de muestras

6.7.1. Toma de muestras ambientales

6.7.2. Toma de muestras en zonas escogidas

VII. DETERMINACIÓN DE PLOMO AMBIENTAL

7.1. Métodos para determinar plomo

7.2. Método seleccionado

7.3. Materiales de laboratorio

7.4. Acondicionamiento químico

7.5. Lectura de la muestra

7.5.1. Determinación de partículas en área de ventas PETROPERU

7.5.2. Detección de plomo por emisión de plasma inducido

7.5.3. Determinación de partículas en la Avenida C

7.5.4. Detección de plomo por emisión de plasma inducido

7.6. Ejemplo de cálculos

VIII. LIMITES PERMISIBLES

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

X. APORTES DE LA INGENIERIA QUÍMICA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN DE PLOMO AMBIENTAL

10.1. Churchill

10.2. Massachussets Institute Tecnology (MIT)

10.3. Plomo tetraetílico

10.4. Convertidor catalítico

10.5. Gasolina verde.

10.6. Etanol-gasolina

10.7. Automóviles eléctricos

10.8. Aportes de PETROPERU-REFINERIA DE TALARA

10.8.1. Pruebas con aditivo mejorador de octanaje.

10.8.2. Gasolina con etanol

XI. CONCLUSIONES

XII. RECOMENDACIONES

XIII. COSTO DE LA MONOGRAFÍA

XIV. BIBLIOGRAFÍA

XV. ANEXOS

I. RESUMEN.

El título de la presente monografía es ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA DE PLOMO AMBIENTAL EN TALARA, y precisamente ese fue el objetivo principal, la de investigar la presencia de plomo las zonas adyacentes del la Refinería de Petróleo de Talara.

La detección del plomo, conlleva a una serie de operaciones previas, como la de seleccionar, las zona adecuadas y el monitoreo, que se realizó durante quince días alternados, y correspondientes a los meses de Enero y Febrero del año 2003.

Las muestras tomadas fueron sometidas a un ataque químico de solubilización del plomo y acondicionarlo para su lectura instrumental y cuantificación, que dio resultados negativos para plomo ambiental.

Los resultados calculados no son alarmantes ya que Talara a través de la política de conservación del medio ambiente impulsada por PETROPERU, constantemente efectúa monitoreo de aire ambiental, con la finalidad de detectar no solo trazas de plomo, sino de partículas sólidas suspendidas

Si comparamos los niveles de plomo detectados en esta monografía y se comparara con las concentraciones de la Avenida Abancay por ejemplo ,se percibe nítidamente que la atmósfera de Talara mantiene niveles bajos de contaminación ,básicamente porque la refinería no emite gases de combustión de plomo tetraetílico y fundamentalmente porque el parque automotriz de Talara es reducido y también porque la mayor parte de los vehículos son impulsados por petróleo Diesel No 2, que como se sabe no contiene aditivos a base de plomo ,a excepción de los llamados moto taxis que utilizan como combustible gasolina de 84 octanos.

II. INTRODUCCION.

Algunos estudiosos del medio ambiente consideran de manera cuestionable que hasta antes de la Revolución industrial ,existía un equilibrio entre el hombre y la naturaleza , y hasta el siglo XIX ,la influencia del hombre en la biósfera no era significativa , lo que no es relativamente cierta ,ya que cuando se generaban grandes aglomeraciones humanas , ya se conocía el problema de la contaminación del agua durante los siglos XVIII y XIX y resultaba altamente preocupante ,pero las lecturas de la historia de Francia señalan que ya en la época de Luis XIV las calles de París estaban sucias y contaminadas ,lo que era un buen caldo de cultivo para varios tipo de enfermedades y epidemias.

El verdadero efecto de la revolución industrial, es que se produce un aumento de la contaminación ,y en unas condiciones en que el balance hombre y su entorno entran en un estado de alteración alarmante.

Pero si bien la revolución industrial nació en Europa, algunos dicen que con la invención de la máquina de vapor por el escocés Watts ,en nuestro país , con la llegada de los españoles , ávidos de los metales áureo y argentífero , dedicaron sus esfuerzos por saquear los templos y palacios de los incas de los objetos de plata y oro

Durante el tercer cuarto del siglo XIX, las carreras imperialistas de Inglaterra, Francia , Alemania y luego los EE UU , entran en una carrera frenética por llegar a la preponderancia por ganar los mercados de las colonias o países generadores de materias primas , en especial las de origen inorgánico ,y es de esta manera como el Perú , hipotecó sus recursos naturales como el guano ,y

sus ingentes vetas minerales . La Cerro de Pasco Corporación, compañía de capitales americanos , explora geológicamente la zona, hallándola atractiva y , empieza la explotación de las minas de Pasco ,donde se extraían minerales ricos en plomo ,cobre, zinc y trazas de tungsteno ,bismuto ,oro ,plata ,etc. ,la posterior refinación de estos minerales en los amplios hornos de la Oroya, generaban gases tóxicos ricos en azufre y polvos de restos sólidos minerales , por lo que se empieza a contaminar el ambiente atmosférico de esa zona y como el río Rímac, baja de la sierra central , por ese sector minero , la capital en forma lenta empieza su desequilibrio natural ,con restos metálicos de elementos pesados como el zinc y plomo

Otro hito cronológico importante es el inventó del Coronel Drake en Pennsylvania, el 27 de agosto de 1855 de la técnica de perforar pozos de petróleo , y los halló a 21 metros de profundidad , a los pocos años , el paisaje americano se había poblado de innumerables torres de perforación ,ya que un trabajo científico había predecido que el 90% del crudo extraído tenia que refinarse , y de esta forma , el crudo se convirtió en kerosene ,y gasolinas ,las refinerías instaladas cerca de lagos , ríos o playas , ubicación estratégica ,empezaban a alterar la flora y fauna de la hidrosfera con la abundante eliminación de residuos de las plantas de refinación.

Cuando Henry Ford, con el invento de su famoso modelo FORD T ,pone al alcance de las masas americanas un auto fuerte y económico ,el consumo de gasolina se incrementa geométricamente y como ésta explotaba durante su combustión , era necesario incorporarle un aditivo , y de esta manera hace su aparición en el mundo automotriz el tetra etil plomo (TEL) , esto ocurre en la década de los años 20 del siglo fenecido , mas no se tenia noción del efecto nocivo de los restos de plomo en el aire.

En el Perú, el mercado automotriz en su gran porcentaje es obsoleto, y la gran densidad de vehículos automotrices esta concentrada en Lima y en las zonas de la Costa, este triste privilegio ha traído como consecuencia, que los vehículos gasolineros, que aún se siguen alimentando de gasolina de 84 octanos ,la cual contiene el TEL , sean una fuente constante de evacuación de plomo.

Pero físicamente el plomo por sus características naturales es uno de los metales llamados “acumulativos” debido a su efecto de acumulación en el organismo humano, y se constituye en uno de los metales mas tóxicos y temidos a nivel urbano y a nivel ocupacional.

Las frías estadísticas han demostrado experimentalmente que Lima tiene el triste privilegio de ser una de las ciudades con atmósfera mas sucia e impura en toda América ,y una de las preocupaciones es el alto contenido de plomo del aire circundante ,es por eso que consideramos pertinente proponer un trabajo experimental de determinación de trazas de plomo en Talara tomando como base la contaminación severa de algunas zonas de la capital limeña y luego seleccionar la técnica para su cuantificación , o sea la espectrofometría de absorción atómica o plasma inducido.

Si bien es cierto que este tema es desarrollado a nivel académico en forma individual, el desarrollo a conllevado a la consulta de muchas fuentes, en especial la de profesionales de carreras multi disciplinarias como Ingenieros Químicos, expertos en seguridad e higiene ambiental, Químico Farmacéuticos, Médicos y Químicos a quienes desde ya agradecemos su desinteresada ayuda.

Con estas líneas introductorias ponemos a consideración de los catedráticos asignados para la revisión del presente tema, y solicitándoles que nos hagan

llegar las inquietudes sobre la aclaración o ampliación de algún aspecto , ya que no estamos exceptos de errores .

Por último el tema de contaminación ambiental es casi un aspecto inédito en nuestro país por lo que sugerimos que se de impulso a nivel de trabajos de tesis ,monografías o investigaciones de esta naturaleza ,tanto a nivel estadístico como experimental , tenemos un compromiso de recuperar las condiciones de vida sana y sin medios de alteración ,es una obligación que tenemos con las generaciones venideras, ellos serán quienes juzgaran nuestra acción inacción con respecto a la conservación de nuestros recursos naturales , ojalá que dentro de 20 o 30 años los problemas actuales en nuestro país mejoren a nivel de control atmosférico e hidrográfico.

III. FUNDAMENTOS TEORICOS DEL PLOMO

3.1. Tabla periódica.

Para entender el comportamiento del plomo es necesario, conocer su ubicación en la tabla periódica

1 1A																	18 8A
1 H	2 2A											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Uue									

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Metales	
Metaloides	
No metales	

Posición de los metales, no metales y metaloides en una versión moderna de la tabla periódica. Excepto el hidrógeno (H), los no metales se encuentran en la parte derecha de la tabla periódica. Los elementos se encuentran dispuestos según el número que está sobre su símbolo. Estos números se basan en una propiedad fundamental de los elementos que se estudiará en el capítulo 8. (Véase pág. 11.)

3.1.2. Componentes de la familia IVA de la tabla periódica

Esta familia esta conformado por los siguientes elementos químicos

Carbono

Silicio

Germanio

Estaño

Plomo

Como se sabe de estos cinco miembros de la familia IVA o 14, el carbón es un no-metal , el silicio, el germanio son metaloides y el plomo y el estaño son metales.

3.1.3. Distribución electrónica.

A través de la distribución electrónica, se va a poder interpretar el comportamiento químico del plomo, con sus electrones de valencia terminales como a continuación se aprecia:

No atómico y símbolo Distribución electrónica

6	C	$1s^2 2s^2 2p^2$
14	Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
32	Ge	$1s^2 2p^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$
50	Sn	$1s^2 2p^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$
82	Pb	$1s^2 2p^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^2$

Las configuraciones electrónicas expuestas a continuación se visualizan mejor y facilitan el entendimiento de la relación electrónica entre todos los miembros de la familia IVA o del carbono.

La forma resumida como presentaremos a la distribución electrónica del carbono, silicio, germanio, estaño y plomo, se denomina Kernel, y tiene como fundamento la A la distribución electrónica de los gases nobles:

No atómico	Elemento	Kernel
6	C	He 2s²2p²
14	Si	Ne 3s²3p²
32	Ge	Ar 4s²3d¹⁰4p²
50	Sn	Kr 5s²4d¹⁰5p²
82	Pb	Xe 6s²4f¹⁴5d¹⁰6p²

esta propiedad electrónica de la familia IV A, a la que pertenece el plomo, se aprecia panorámicamente en la siguiente tabla

IA H 1s ¹																	VIIA F 2s ² 2p ⁵	GASES INERTES He 2s ²
IIA Li 2s ¹	Be 2s ²											IIIA B 2s ² 2p ¹	IVA C 2s ² 2p ²	VA N 2s ² 2p ³	VIA O 2s ² 2p ⁴	Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	
III Na 3s ¹	IIA Mg 3s ²	IIIB Sc 3d ¹ 4s ²	IVB Ti 3d ² 4s ²	VB V 3d ³ 4s ²	VIB Cr 3d ⁵ 4s ¹	VIIIB Mn 3d ⁵ 4s ²	VIII Fe 3d ⁶ 4s ² Co 3d ⁷ 4s ² Ni 3d ⁸ 4s ²			IB Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	IIIB Zn 3d ¹⁰ 4s ²	IIIA Al 3s ² 3p ¹	IVA Si 3s ² 3p ²	VA P 3s ² 3p ³	VIA S 3s ² 3p ⁴	Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	
IV K 4s ¹	IIA Ca 4s ²	IIIB Sc 3d ¹ 4s ²	IVB Ti 3d ² 4s ²	VB V 3d ³ 4s ²	VIB Cr 3d ⁵ 4s ¹	VIIIB Mn 3d ⁵ 4s ²	VIII Fe 3d ⁶ 4s ² Co 3d ⁷ 4s ² Ni 3d ⁸ 4s ²			IB Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	IIIB Zn 3d ¹⁰ 4s ²	IIIA Ga 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹	IVA Ge 4s ² 3d ¹⁰ 4p ²	VA As 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³	VIA Se 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴	Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	
V Rb 5s ¹	IIA Sr 5s ²	IIIB Y 4d ¹ 5s ²	IVB Zr 4d ² 5s ²	VB Nb 4d ⁴ 5s ¹	VIB Mo 4d ⁵ 5s ¹	VIIIB Tc 4d ⁵ 5s ²	VIII Ru 4d ⁶ 5s ¹ Rh 4d ⁷ 5s ¹ Pd 4d ¹⁰			IB Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	IIIB Cd 4d ¹⁰ 5s ²	IIIA In 5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹	IVA Sn 5s ² 4d ¹⁰ 5p ²	VA Sb 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³	VIA Te 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁴	Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	
VI Cs 6s ¹	IIA Ba 6s ²	IIIB La 5d ¹ 6s ²	IVB Hf 5d ² 6s ²	VB Ta 5d ⁴ 6s ¹	VIB W 5d ⁵ 6s ¹	VIIIB Re 5d ⁵ 6s ²	VIII Os 5d ⁶ 6s ¹ Ir 5d ⁷ 6s ¹ Pt 5d ⁹ 6s ¹			IB Au 5d ¹⁰ 6s ¹	IIIB Hg 5d ¹⁰ 6s ²	IIIA Tl 6s ² 5d ¹⁰ 6p ¹	IVA Pb 6s ² 5d ¹⁰ 6p ²	VA Bi 6s ² 5d ¹⁰ 6p ³	VIA Po 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁴	Br 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	
VII Fr 7s ¹	IIA Ra 7s ²	IIIB Ac 6d ¹ 7s ²															Rn 5d ¹⁰ 6s ² 4f ¹⁴ 5p ⁶	

Tabla periódica mostrando las semejanzas en las configuraciones electrónicas externas de los grupos de elementos.

3.1.4. Interpretación electrónica de la familia del grupo IVA.

En forma genérica los elementos de esta familia, llamada del carbono se representa como ns^2np^2 , donde n es mayor que 2

El carbono el silicio y el germanio no forman compuestos iónicos, pero el estaño y el plomo, no reaccionan con el agua, pero si con el ácido clorhídrico, liberando hidrógeno gaseoso.

Observamos que el estudio de la familia ,es vital, porque nos permite conocer los electrones de valencia de acuerdo a su terminación electrónica.

Los elementos del grupo IVA, forman compuestos con estados de oxidación +2 y +4 para los elementos carbono y silicio, por ejemplo en el caso del carbono el CO_2

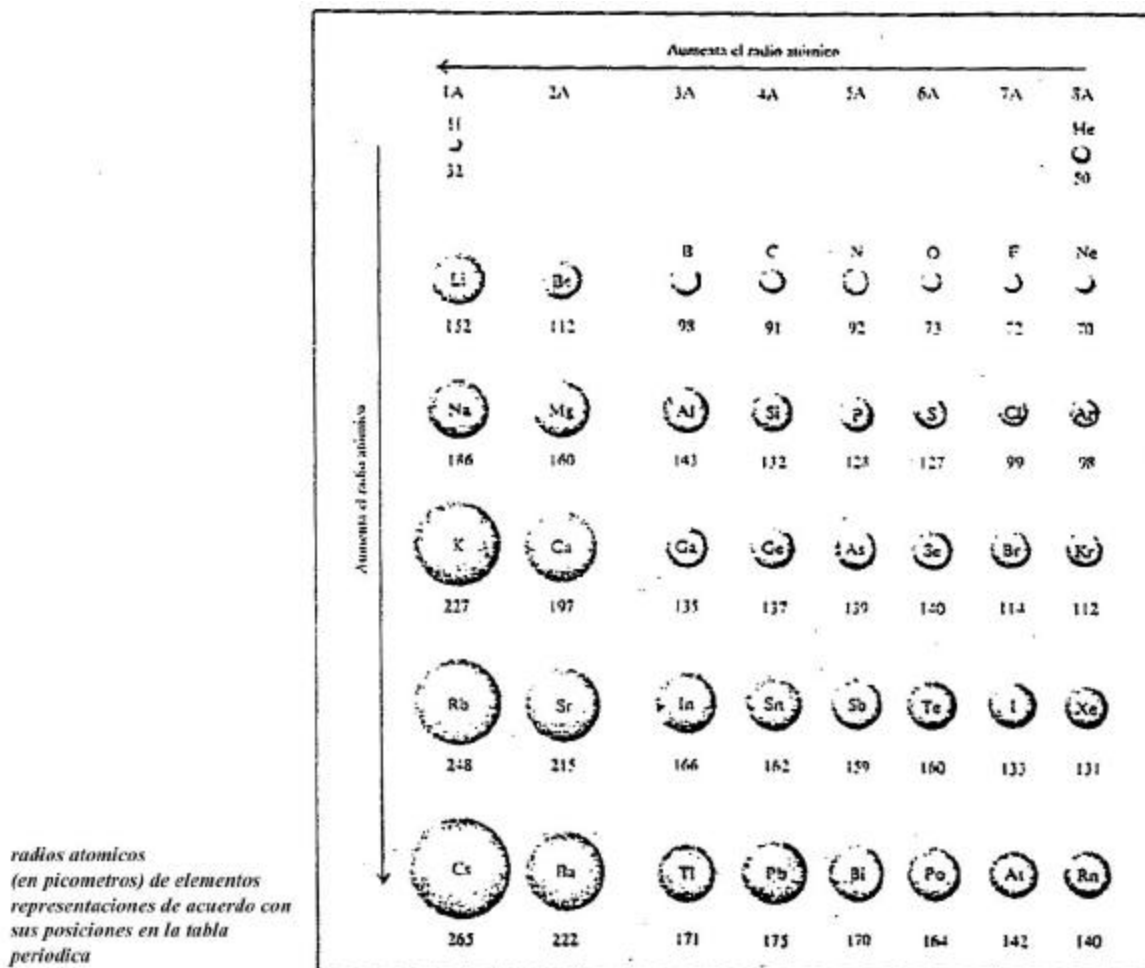
es mas estable que el CO, y en el caso del silicio el SiO₂ es un compuesto estable el SiO no existe en condiciones normales.

A medida que descendemos en el estudio de los elementos de este grupo, la tendencia se invierte, así en los compuestos del estaño el estado +4 ,es solo mas ligeramente estable que el estado de oxidación +2 , y en los casos del **plomo**, el estado de oxidación **+2** es mas estable que el número de oxidación +4, pero no confundirse, si bien es cierto que los compuestos del plomo con estado de oxidación son mas estables, esto no significa que existan compuestos del plomo con estado de oxidación +4.

La explicación electrónica a la estabilidad de los compuestos del plomo con valencia 2, es que es atribuido al efecto del par inerte ,debido a los electrones 6p, lo que se interpreta como la tendencia del plomo a perder solo los electrones 6p (Pb⁺²), en vez de perder tanto los 6p como los 6s ,para formar Pb⁺⁴

Ahora ya estamos aptos para relacionar a los compuestos del carbono y del plomo Mientras que en el carbono la tetravalencia es una de sus principales características y es el soporte de la química orgánica o del carbono, en el caso del plomo ,los compuestos con valencia 2, son mas estables que con 4, sin embargo el plomo tetraétilico esta diseñado tomando como base el estado de oxidación +4 o sea el número de oxidación menos estable, pero no olvidar que el plomo también tiene factor tetravalente similar al carbono.

3.1.5. Tamaño atómico



Como no es posible establecer el radio o volumen exacto de un átomo, el radio atómico de un átomo se basa entre la distancia media entre los electrones externos y el núcleo. El radio de un átomo se puede expresar en angstroms, donde $(1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m})$, en nanómetros $(1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m})$ o en picómetros cuya equivalencia es $(1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m})$

El gráfico de los radios atómicos nos demuestra, que el tamaño atómico es una propiedad periódica, y en donde las tendencias del tamaño atómico se resumen así:

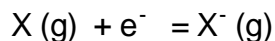
"Dentro de un mismo período, el tamaño atómico tiende a disminuir, conforme aumenta el número atómico"

"Dentro de un mismo grupo, el tamaño atómico aumenta, conforme lo hace el número atómico"

En la familia IVA, el radio atómico del plomo es el mas grande, es mas del doble que el carbono, relación (175/77)

3.1.6. Afinidad electrónica

La afinidad electrónica, es el cambio de energía cuando un átomo acepta un electrón en el estado gaseoso, la ecuación es:



Donde X es un átomo de cualquier elemento químico, de acuerdo a decisiones convencionales, se asigna un valor negativo, cuando se libera energía, entre negativa sea la afinidad electrónica, mayor será la tendencia de un átomo a aceptar electrones.

En la tabla de afinidades electrones correspondiente a la familia del plomo (IVA), tiene un valor de -101 kilojoules/mol y si lo comparamos con el carbono (-123), deducimos, que el plomo tiene menor tendencia a aceptar un electrón.

Afinidades electrónicas (kJ/mol) de elementos representativos*

1 1A	2 2A	3 3A	4 4A	5 5A	6 6A	7 7A	8 8A
H -77							He (21)
Li -58	Be (241)	B -23	C -123	N 0	O -142	F -333	Ne (29)
Na -53	Mg (230)	Al -44	Si -120	P -74	S -200	Cl -348	Ar (35)
K -48	Ca (154)	Ga (-35)	Ge -118	As -77	Se -195	Br -324	Kr (39)
Rb -47	Sr (120)	In -34	Sn -121	Sb -101	Te -190	I -295	Xe (40)
Cs -45	Ba (52)	Tl -48	Pb -101	Bi -100	Po ?	At ?	Rn ?

* Los valores entre paréntesis son estimados.

IV. CARACTERISTICAS DEL PLOMO

4.1. Historia del plomo.

Los primeros en conocer el plomo fueron los egipcios, que lo obtuvieron simultáneamente con el hierro y la plata. Dos milenios antes de Cristo, en la China y la India ya sabían fundir el plomo., el metal se empezó a utilizar cuatro siglos antes de Cristo.

La plata y el plomo aparecieron juntos ,ya que ambos se encuentran por lo general en la galena mas o menos argentifera ,tanto la galena como la argentita, se conocieron por primera vez en Asia Menor, con precisión en el distrito de Ititi, según Forbes en su texto de historia de la tecnología ,el Asia Menor tenía en el año 3000 a.c. el monopolio casi absoluto de la producción de plomo y plata, ellos obtenían el metal del mineral , por medio de un proceso de tostación, al cual se añadía carbón de leña como combustible ,pero este actuaba también como reductor, la leña obtenida se sometía a copelación para recuperar la plata y del sobrante se recuperaba en forma secundaria el plomo, con reducción de carbón.

El método de la copelación (3000-2500 a.c.) no solo permitía la extracción de plata de gran pureza ,sino que gracias a ella se difundió el uso del plomo, la copelación constituye uno de los primeros ejemplos de los procesos metalúrgicos ,en el que la producción de plata, producto primario, presenta un deshecho utilizable, a manera de sub producto, de esta manera la difusión del plomo se debió a la explotación de la plata ,pero el plomo como tenia un fácil manejo y alta resistencia a la corrosión, contribuyó a su utilización.

La plata desempeñó un papel principal en las potencias económicas en la civilización antigua mediterránea, por tanto su asociado el plomo se difundió

rápidamente en la civilización griega a través de las minas de Laurion, que contribuyeron grandemente al progreso de Atenas.

La proyección minera de Roma, en los territorios de su imperio aumentó, el uso del plomo en todos los sectores tecnológicos, ya es por esa época en que debió aparecer las primeras perturbaciones ambientales debida al plomo.

En Europa la fabricación del plomo empezó mas tarde, documentos que datan del siglo VI a.c. señalan que el plomo era traído a la feria de Tire.

Durante el reinado del rey Hammurabi, en babilonia el plomo se obtenía en grandes cantidades y durante muchos años se confundía el plomo con el estaño, y se le llamaba estaño plumbum, solo en la media recién fueron diferenciados el plomo del estaño.

Los griegos con sus colonias y los fenicios con sus factorías, aperturaron minas de plomo en España, que posteriormente durante la dominación de España por los romanos, estos las explotaron, ya que en la antigua Roma, estos la utilizaban ampliamente, elaboraban vajillas, varitas para escribir y principalmente tubos para desplazar agua por los acueductos de plomo, ruinas romanas que se descubren cada cierto tiempo, demuestran el buen estado de conservación de las tuberías de desagüe de los sistemas de eliminación del agua, con lo que ha quedado demostrado que los romanos no solo usaban el plomo como conductora de agua, sino también en su línea de desagües. Los romanos también utilizaban el mineral de plomo para elaborar blanco de plomo

Una curiosidad histórica es que los griegos denominaban al plomo como "molibdos" pero su símbolo químico se debe a los romanos, ya que la palabra plomo proviene de la voz latina "plumbum".

Una de ,los principales abastecedores de plomo ,era la Isla de Rodas y el proceso empleado para su fabricación aún no ha perdido vigencia y comprende los siguientes pasos:

- .- Se sumerge pedazos de plomo en vinagre.
- .- Hervir largo tiempo la mezcla.
- .- Se obtiene el acetato de plomo, que es un polvo blanco y que lo utilizaban para recubrir sus viviendas y edificaciones.

El minio se obtuvo por primera vez de una manera muy original ,durante un incendio el puerto del Pireo, entre los objetos que abrazó el fuego se hallaban barriles con blanco de plomo, al abrir los barriles que contenían el producto blanco , hallaron un cuerpo de color rojo, que era precisamente el minio.

En la edad media los pueblos germanos extrajeron el metal, al principio lentamente, pero aceleraron su producción gracias a la especialización de los instrumentos técnicos basados en la utilización de la energía hidráulica de las regiones mineras y de los bosques abundantes de madera, de donde se obtenía el carbón.

En la siguiente vista histórica de la edad media observamos el tratamiento metalúrgico de la plata, la leyenda significa:

A = Horno de ensayo

B = bandeja de hierro

C = Protector facial

D = Matraz

E = Operador metalurgista.

Observar que desde esa época, el tratamiento de la plata que está hermanado con el plomo, inducía a los operarios a usar protectores del rostro, para mitigar las emanaciones del plomo.



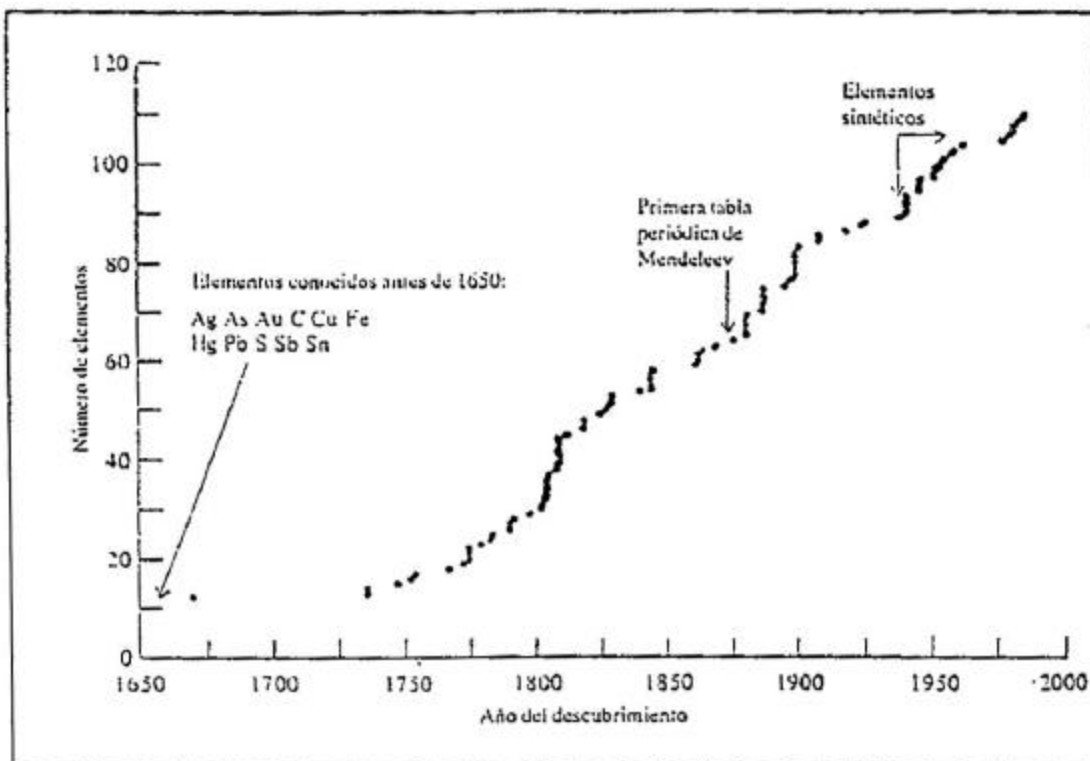
En Rusia la producción de plomo se ha conocido desde hace muchos siglos, pero hasta el siglo XVIII, su producción tenía un carácter artesano, después de la invención de las armas de fuego, es que el plomo empieza a utilizarse en producción de proyectiles y es hasta nuestros días que tiene una significación singular, ya que el 90% de los proyectiles contienen plomo en forma directa o indirecta.

La llegada de la revolución industrial y la disponibilidad de energía a bajo costo, determinaron la expansión de la producción de plomo y sus compuestos debido a la demanda creciente, se amplió sus aplicaciones, mientras que antes de la revolución industrial solo se aplicaba como material de construcción, luego del movimiento industrial, la industria química adquirió una notable importancia como producto químico

En nuestro país, desde la época de la colonia hasta el siglo XIX, la explotación minera se enfocaba en los metales preciosos, los procesos metalúrgicos tenían como prioridad la obtención de plata metálica y al plomo casi no se le hacía caso, en nuestro territorio existen yacimientos de plomo, en especial en la zona Central,

Pasco, Junin y Huancavelica son departamentos con yacimientos de plomo, los minerales se exportan como tal o son procesados en la Refinería de la Oroya principalmente, la galena o sea el sulfuro de plomo, al ser tostada, deja residuos de azufre y plomo, ambos energicos contaminantes, que por décadas envenenaron la atmósfera y han provocado miles de víctimas de enfermedades ocupacionales

En el siguiente gráfico, visualizamos, la tabla cronológica del descubrimiento de los elementos, en donde se verifica que el plomo es uno de los elementos químicos, mas antiguos que se conocen, por lo que químicamente el plomo es considerado como un elemento químico precursor en el estudio de la química, juntamente con el oro, plata, hierro, carbono, cobre, mercurio, azufre.

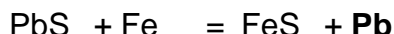


4.2. Obtención.

Para la metalurgia del plomo se parte básicamente de su principal mineral que es la galena o PbS y existen dos métodos:

1. Método de precipitación.

Se emplea este método cuando el mineral contiene mucha sílice y consiste en fundir la galena en presencia del hierro, en horno de cuba, con la cual el plomo queda en libertad



Como se aprecia esta es una típica reacción química de desplazamiento simple, donde el hierro desplaza al plomo.

2. Método de reacción.

Se emplea cuando el mineral contiene poca sílice y consiste en tostarlo primero de un modo incompleto, en hornos de reverbero, con lo que pasa a óxido y parte a sulfato como se aprecia en la ecuación:



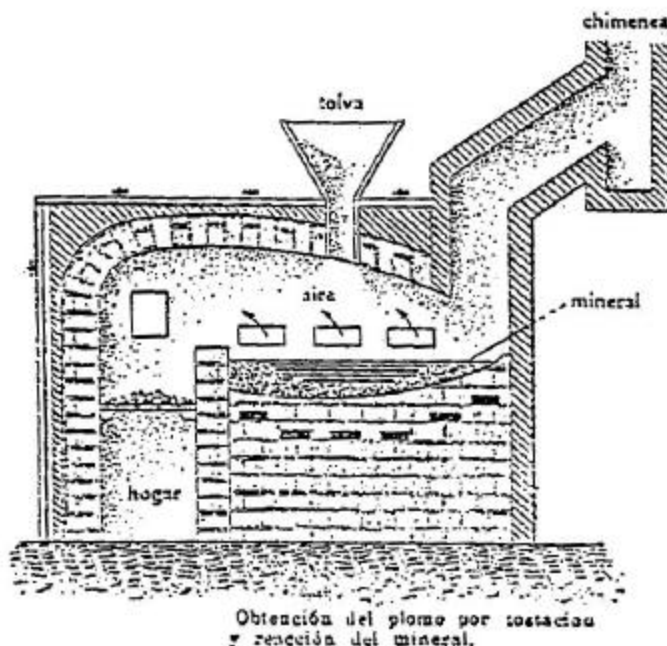
Como esta reacción es incompleta, y como todo el PbS no ha reaccionado, el sobrante reacciona con los productos de la ecuación (1) de esta forma:



3. Refinación de plomo.

En la obtención de plomo se están aplicando métodos electrolíticos, usándose un baño de fluorsilicato de plomo, que contiene pequeñas cantidades de ácido fluorhídrico en libertad .

En la siguiente vista mostramos uno de los métodos tradicionales de obtención del plomo:



4.3. Propiedades físicas.

El plomo es un metal de color gris azulado, brillante en las superficies recientes, muy blando tan blando que se raya con la uña , muy maleable y es el menos tenaz de todos metales ,posee gran densidad y punto de fusión bajo , cristaliza en octaedros , y deja en el papel una mancha gris.

Sus principales parámetros físicos son:

4.3.1. Densidad:

La densidad del plomo es de 11,85 ,conforme se aprecia en el esquema correspondiente, este valor, el mas alto dentro de la familia IVA, es uno de los factores, que ,lo convierte en un metal denso ,tóxico y acumulativo.

De los metales de uso cotidiano, el plomo es uno de los metales con mayor densidad, exceptuando a los metales preciosos.

H -259 0.09		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> SIMBOLO p. E (°C) p. E (°C) densidad </div>																He 272 269 0.179			
Li 180 1331 0.53	Be 1283 2477 1.8	Las densidades de los sólidos y los líquidos están en g/cm ³ Las densidades de los gases están en g/litro														B 2927 3937 2.3	C 3500 4700 2.25	N -210 -196 1.25	O -218 -182 1.43	F -223 -188 1.69	Ne 248 246 0.90
Na 98 890 0.97	Mg 595 1120 1.74															Al 960 2417 2.7	Si 1423 2680 2.4	P 412 280 1.8	S 113 445 2.1	Cl -103 -34.6 3.21	Ar 189 186 1.78
K 63.2 766 0.86	Ca 850 1492 1.55	Sc 1423 2430 3.0	Ti 1577 3280 4.5	V 1917 3380 5.96	Cr 1900 2642 7.1	Mn 1244 2041 7.2	Fe 1539 2887 7.86	Co 1495 2877 8.9	Ni 1455 2837 8.9	Cu 1083 2582 8.92	Zn 419 908 7.14	Ga 29.3 908 5.91	Ge 960 2830 5.36	As 617 - 5.7	Se 217 488 4.7	Br 7.2 58.2 3.12	Kr 157 153 3.74				
Rb 38.3 701 1.53	Sr 770 1370 2.6	Y 801 1427 5.51	Zr 1852 4330 6.4	Nb 2487 4930 8.4	Mo 2610 4830 10.2	Tc 2127 - 11.5	Ru 2427 4130 12.2	Rh 1966 3727 12.5	Pd 1559 3127 12	Ag 961 2177 10.5	Cd 321 785 8.6	In 156 3047 7.3	Sn 232 2687 6	Sb 630 1637 6	Te 450 1087 5.1	I 113.6 184 4.93	Xe 112 107 5.89				
Cs 28.5 685 1.90	Ba 710 1618 3.5	La 920 3470 6.15	Hf 2222 5280 13.3	Ta 2997 5400 16.6	W 3380 5530 19.3	Re 3180 5630 21.4	Os 2727 4230 22.5	Ir 2454 4130 22.4	Pt 1769 3827 21.4	Au 1063 2707 19.3	Hg -39 357 13.6	Tl 304 1049 11.8	Pb 327 1751 11.3	Bi 271 1259 9.8	Po 269 86.2 9.4	At - - -	Rn 71 -62 9.73				
Fr -	Ra 960 1140 5	Ac 1050 3000 10																			

Tabla periódica mostrando los puntos de fusión, puntos de ebullición y densidades de algunos elementos.

4.3.2. Otras propiedades físicas

- Número atómico : 82
- Símbolo : Pb
- Peso atómico : 207,21
- Abundancia de isótopos : 208 : 52,3%
- 206 : 23,6%
- 207 : 22,6%
- 204 : 1,5%

Solubilidad : Poco soluble en agua

Sistema cristalino : Regular

Estado físico : Sólido grisáceo.

Punto de fusión : 326,9 °C

Estados de oxidación: +2 y +4

Punto de ebullición : 1613 ° C

Punto de ebullición : 1750°C

Radio del ion X^{-4} : 2,15

Radio del ion X^{++} : 1,21

Radio del ion X^{++++} : 0,84

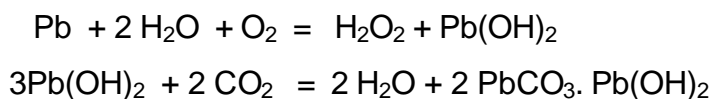
Potencial de ionización: 7,415

4.4. Propiedades químicas.

1. El plomo en contacto con el aire se oxida superficialmente, recubriéndose de una capa de color gris de Sub oxido de plomo(Pb_2O) ,que le quita el brillo metálico , pero que a su vez lo protege de ulterior oxidación.

2. Cuando esta recién fundido se oxida rápidamente formando el producto PbO ,que es conocido como masicot.

3. El agua químicamente pura casi no lo ataca, pero como esta siempre contiene anhídrido carbónico y oxígeno libre, hay siempre un ataque cuando se halla en contacto, este proceso es continuo.



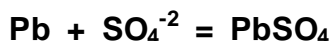
4. En presencia de agua de lluvia y del CO₂ del aire, el plomo se altera cubriéndose de una capa de carbonato hidratado, esta sal se disuelve poco en el agua comunicándoles propiedades tóxicas.

Por esta razón no debe usarse en la alimentación las aguas de lluvia que caen en tejados cubiertos por superficies de plomo o envases que contengan plomo, el hidro carbonato , se vuelve a descomponer en CO₂ e hidróxido de plomo y así la reacción prosigue indefinidamente.

La recomendación es casi extensiva para los pobladores de la sierra y selva ,zonas donde se precipitan grandes cantidades de lluvia y por lo que debe evitarse contacto plomo- aguacero.

5. En cambio con el agua ordinaria o destilada no ocurre esta reacción ya que como esta contiene sulfatos libres ,estos reaccionan con el plomo ,formando sulfato de plomo , el que es insoluble y evita el ataque químico del plomo ulterior, pero cuando las aguas son escasas o pobres de sulfatos y ricas en di oxido de carbono ,es factible que se puedan producir reacciones químicas.

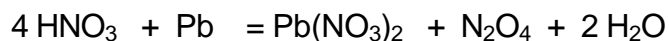
La reacción del sulfato con el plomo es el siguiente:



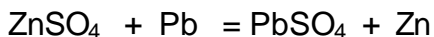
6. El ácido sulfúrico diluido no lo atacan, en cambio concentrado y caliente genera sulfato de plomo II.

7. El ácido clorhídrico diluido en frío tampoco reacciona, pero concentrado ataca al plomo.

8. El ácido nítrico en frío lo disuelve dando nitrato de plomo II y vapores nitrosos ,muy tóxicos.



9. Las soluciones de sales de plomo en reacción con el zinc, reaccionan, desplazando el zinc al plomo y formando sulfato de plomo II, compuesto en forma esponjosa ramificada y que se conoce como árbol de Saturno, esto sucede por que el plomo tiene una disolución de tensión menor que el cinc.



10. Si el plomo se calienta en presencia del aire el plomo se convierte en litargirio



4-5. Concentración de plomo en la corteza terrestre

La corteza terrestre contiene cantidades muy bajas de plomo, aproximadamente $2 \times 10^{-5}\%$ y que se encuentra en forma especial o mayormente, en los depósitos minerales de los que se refina el metal.

El mineral principal del plomo es la galena o sulfuro de plomo, del que se concentra y luego refina el plomo metálico, este mineral es muy tóxico tanto por el anión (azufre) como por el catión (plomo)

Si se toma en cuenta que la abundancia de los elementos químicos en la corteza es la siguientes (de mayor a menor porcentaje)

Elemento	%
Oxígeno	45,5%
Silicio	27,2%
Aluminio	8,3%
Hierro	6,2
Calcio	4,7%
Magnesio	2,8%
Sodio	2,3%
Potasio	1,8%
Titanio	0,63%
Hidrógeno	0,15%
Fósforo	0,12%

El plomo es un metal que no figura en abundancia en la corteza terrestre ni entre los primeros cincuenta, ya que su porcentaje, porcentual es muy bajo ,menor de 1×10^{-6} %. .En la vista a color de la tabla periódica se aprecian, la abundancia natural de los elementos en porcentaje en masa

1 1A	2 2A															18 8A	
H 0.15	Li 6.9															He 4.0	
	Be 9.0																
Na 23	Mg 24	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	Ne 20
K 39	Ca 40	Sc	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56	Co 59	Ni 59	Cu 64	Zn 65	Ga 70	Ge 73	As 75	Se 79	Br 80	Kr 84
Rb 85	Sr 88	Y	Zr 91	Nb 93	Mo 96	Tc	Ru 101	Rh 103	Pd 106	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Xe 136
Cs 133	Ba 137	La	Hf 178	Ta 181	W 184	Re	Os 190	Ir 193	Pt 195	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une									

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

4.5.1. Fuentes naturales.

El plomo es un elemento poco abundante en la litosfera (de 10 a 20 ug/g) ,y su mayor concentración se halla en el mineral denominado galena ,los depósitos de plomo por acción de la erosión eliminan plomo, por lo que de esta manera la hidrosfera ,adquiere o se convierte en una fuente natural de plomo.

Otra fuente importante de plomo en la atmósfera, es el plomo depositado de las expulsiones de la lava meteórica, cuerpos que producen gran cantidad de partículas y aerosoles , todas estas cantidades de plomo se consideran como fuentes naturales de este metal, ya que no interviene intencionalmente la acción directa o indirecta del hombre.

El siguiente cuadro sintetiza las cantidades de plomo natural:

Fuentes	Concentración de plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conc. Relativa (%)
Polvo de silicato de suelos	5×10^{-4}	92.2
Aerosoles de halogenuros volcánicos	3×10^{-5}	5,6
Humos de silicatos volcánicos	6×10^{-6}	1,1
Humos de incendios forestales	6×10^{-6}	1,1
Aerosoles de sales marinas	1×10^{-8}	-
Meteoritos y humos de meteoritos	2×10^{-9}	-

4.5.2. Concentraciones de plomo en rocas, sedimentos, petróleos y minerales

La concentración media del plomo en la corteza terrestre es de aproximadamente 15 ppm.

En las rocas mas comunes de la corteza terrestre la concentración varia de 30 ppm en los minerales granito, riolita y pizarras negras hasta 1 ppm en sedimentos, basaltos y rocas ígneas, como la dunita.

El Perú dispone de ricos yacimientos de mineral de plomo, en forma de sulfuros de plomo, mas conocido como galena, este mineral es abundante en zonas mineras de la sierra peruana ,y es una de las principales fuentes de contaminación ,de azufre ambiental , el que a su vez puede propiciar lluvias ácidas de ácido sulfúrico.

El próximo cuadro, muestra la concentración de plomo en sustancias naturales no contaminadas

Material	Concentración media (ppm)	Intervalo normal
Corteza terrestre	15	Desconocido
Rocas comunes		
Granito	18	10- 100
Riolita	18	10- 100
Gabro	4	1- 25
Basalto	4	1- 25
Esquisto	15	1- 50
Gneis	12	1- 40
Anfibolita	10	1- 25
Piedra de fango y pizarra	15	3- 50
Arenisca.	15	10-30
Pizarras carbonosas	20	5-70
Caliza	5	3-15
Sedimentos		
Terrestres	15	5- 40
Marinos	60	30-150
Suelo	15	3-50

Material	Concentración media (ppm)	Intervalo normal
Aceites fósiles		
Carbón	10	3- 30
Petróleo	0,02	0,005-1
Minerales comunes		
Feldespató potásico	50	10- 150
Feldespató paglioclasa	15	5- 50
Mica muscovita	20	5- 70
Mica biotita	30	5- 100
Hornblenda	10	3- 30
Cuarzo	3	1- 10
Calcita	3	1- 15
Agua		
Ríos	8	0,1 -100
Lagos	2	0,1- 50
Aguas termales	100	10-1000
Océanos	0,2	0,01-10

Aire	0,02 (ug/m ³)	0,001-0,1
Vegetación	Concent. Media (ppm)	Intervalo Normal
Árboles perennes	30	10-100
Árboles caducos	25	10-50
Arbustos	25	10-50
Hierbas	20	10-100
Musgos	100	10-1000
Frutas y vegetales	10	10-30

El Plomo –efectos por Adela Bermejo-Ed. Villena- Madrid 1982

4.6. Aplicaciones del plomo y derivado

El plomo metálico es usado en forma de laminas y tubos donde la flexibilidad y resistencia a la corrosión son requeridas ,un 40% del plomo es usado como metal ,un 25% es aplicado en aleaciones y un 35% ,se emplea en compuestos químicos , ya sea de naturaleza inorgánica como orgánica. Las principales aplicaciones son las siguientes , sin que esto signifique que no existan otras, que las expondremos en las exposiciones potenciales

- Tuberías de conducción de aguas.
- Para embalaje (papel de plomo)
- Para fijar piezas metálicas en la piedra
- Para fabricar perdigones
- Fabricación de proyectiles de armas de fuego (revólver).
- Aleado con el antimonio, para tipos de imprenta.
- La aleación plomo – estaño para soldaduras.
- Revestimiento de cámaras en la producción de ácido sulfúrico.
- Como oxido de plomo, se usa en la producción de pinturas.
- El PbO se aplica como aditivo en la industria de vidrios.
- En la industria de acumuladores plomo –ácido.
- El PbO₂ ,se usa en la industria de cerillas.
- El nitrato de plomo se usa en la preparación de peróxido de nitrógeno

- El plomo tetraetilico como antidetonante en la gasolina de 84 octanos también es usado el tetrametilo de plomo, para ejercer la misma función que el plomo tetraetilico o TEL
- El acetato de plomo es usado masivamente en los tintes, para cabello humano.
- El nitrato de plomo en combinación con el yoduro de potasio ,forma un hermoso color amarillo que es usado como pigmento.
- En la producción de reactivos químicos en forma de óxidos, y sales.
- El sulfato de plomo, por su color blanco y su insolubilidad también es usado en la industria de las pinturas.
- Aunque esta aplicación es poco conocida, se usa como componente de las cápsulas detonantes de las armas de fuego como estifnato de plomo, conjuntamente con el dióxido de plomo.
- Cromato de plomo VI, en la industria de porcelanas.
- Fosfato de plomo, estabilizador de plásticos.
- Juguetes de plomo.
- Fusibles eléctricos.
- El naftalato de plomo ,es usado como secante
- El arsenato de plomo ,es un pesticida para insectos de tipo mandibulado, y se usa desde el año de 1892,pero tiene el inconveniente que deja residuos de arsénico soluble ,el cual tiene un efecto fitotóxico ,para el cuerpo de las plantas.
- El PbO es usado como compuesto aditivo, en la industria de jebes.
- El plomo metálico también es añadido a ciertas aleaciones como el bronce, acero y latón, para obtener ciertas características deseables.
- Metaloides como el arsénico y antimonio y metales como el estaño y bismuto ,son agregados al plomo para mejorar sus propiedades mecánicas.
- El plomo también es utilizado en baños de tratamiento térmico, durante el proceso del estirado de alambres.

V. FUENTES DE CONTAMINACION DEL PLOMO

Del 100% de plomo. Que se produce, un 65% ,se utiliza como plomo metálico y el 35%, como compuestos, ya sean óxidos y sales , estas últimas de naturaleza orgánica e inorgánica.

En el acápite de aplicaciones, se han percatado, que el plomo tiene numerosas aplicaciones (29), que son las mas significativas.

Pero si queremos agrupar las actividades que provocan mas riesgo de contaminación, dividimos el riesgo, entre clases:

- a. Riesgo al ser humano, de acuerdo al ambiente ocupacional
- b. Riesgo al medio ambiente, de acuerdo a la naturaleza química de la actividad industrial u afín.
- c. Fuentes de contaminación en el ambiente general.

5.1. Riesgo de acuerdo a la actividad ocupacional.

Riesgo alto.

Acumuladores, fabricantes de.

Alfarería trabajadores en vidriado.

Automóviles reparadores

Barcos desmanteladores o desguazadores.

Cerámica fabricantes.

Combustibles para motores

Equipos químicos que contienen plomo.

Estearato de plomo fabricantes.

Insecticidas a base de plomo (fabricantes).

Limadores
Masillas con plomo (fabricantes).
Metal de desecho, refinadores.
Metales, soldadores
Metales, trabajadores con planchas de plomo
Metales no ferrosos, fundidores
Pigmentos, para pinturas, fabricantes.
Plásticos PVC, trabajadores.
Plomo, fabricantes de contrapeso
Plomo fabricantes de sales
Plomo fabricantes de tubería.
Plomo mineros.
Plomo moldeadores
Plomo, baterías recicladores
Policloruro de vinilo.
Soldaduras, fabricantes
Tipos de imprenta.
Tuberías ajustadores.
Vidrio mezcladores manuales de masa.

Exposición mediana.

Alambres, fabricantes.
Baldosas, fabricantes.
Borneadores.
Cables empalmadores.
Cartuchos fabricantes.
Colorantes, fabricantes.
Electro galvanizadores.

Equipos electrónicos, fabricantes.

Esmaltes para alfarería.

Insecticida a base de plomo , usuarios.

Metales cortadores.

Petróleo crudo, trabajadores en refinería.

Plomeros

Radiadores de automóviles, reparadores.

Remachadores

Soldadores a soplete.

Techadores.

Vidrio pulidores.

Zinc cargadores de hornos

Exposiciones bajas.

Barnices, fabricantes.

Conductores de vehículos con gasolinas con plomo.

Estaño ,fabricantes de hojas.

Galvanizadores.

Gasolinería, trabajadores (grifos).

Hojalateros

Latón, fundidores.

Litograbadores.

Pintores

Policías de transito.

Exposiciones muy limitadas.

Acero, grabadores.

Calle trabajadores.

Calzado, tintes

Caucho, fabricantes.

Charol, fabricantes.

Conserveros

Cuchillería, fabricantes.

Curtiembre, trabajadores.

Demoliciones, trabajadores.

Diamante pulidores.

Escobillas, fabricantes.

Espejos, plateadores.

Flores artificiales, fabricantes.

Fósforos, fabricantes.

Goma laca, fabricantes.

Instrumentos musicales, fabricantes.

Lacas, fabricantes.

Ladrillos fabricantes.

Lámparas incandescentes, fabricantes.

Libros encuadernadores.

Oro, refinadores.

Papel mural, impresores.

Perlas de imitación.

Ruedas de esmeril , fabricantes.

Taller mecánico ,trabajadores.

Técnicos dentales.

Templadores

Textiles, fabricas

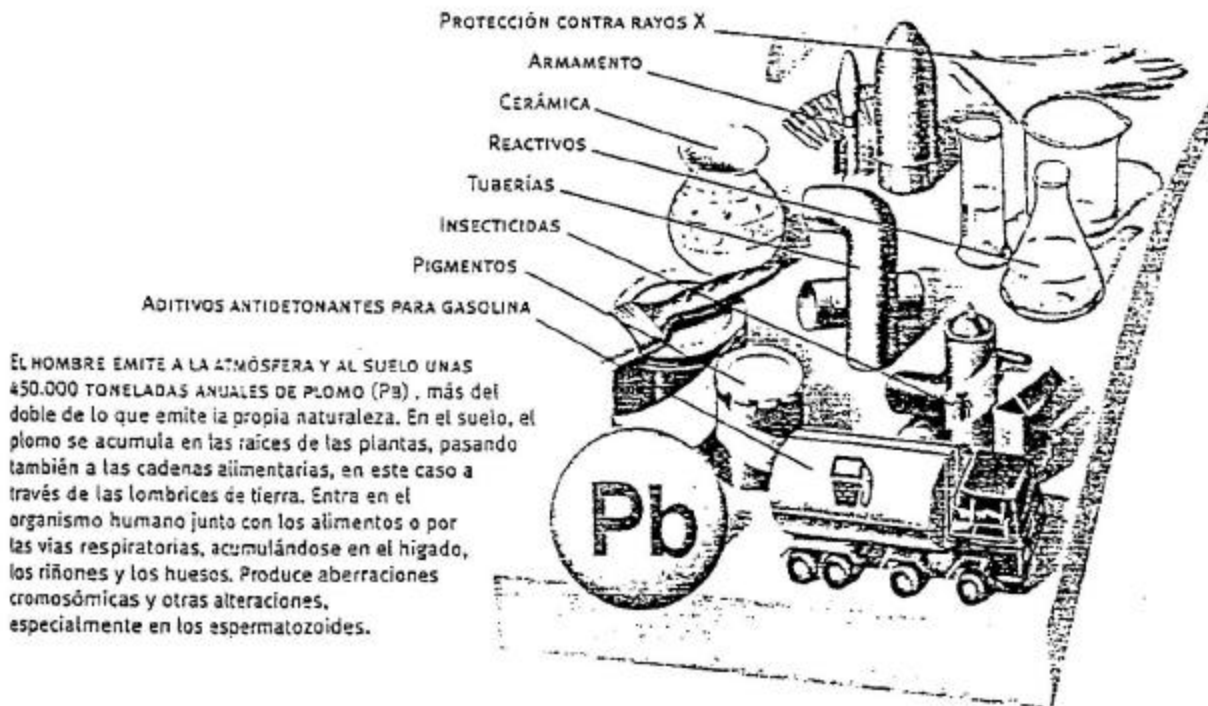
Viruta, trabajadores.

La fuente de esta clasificación es del Texto PLOMO, trabajo desarrollado, por el "Centro Panamericano de Ecología Humano y Salud- OPS-OMS, del año de 1989-Serie Vigilancia No 8, y es una trabajo, sobre exposiciones a nivel internacional.

A nivel mundial, las actividades, que mas daño ocasionan, al suelo, fuentes de agua y atmósfera son:

- .- Industria de la cerámica y vidrio.
- .- Pigmentos
- .- Industria del armamento.
- .- Reactivos químicos
- .- Tuberías.
- .- Aditivos antidetonante de gasolina.
- .- Insecticidas.
- .- Protección contra rayos X

En el siguiente diagrama, se recrean las actividades señaladas



5.2. Riesgo de acuerdo a la naturaleza química del contaminante

Pero en la realidad de nuestro país, podemos clasificar las fuentes de contaminación del plomo a nivel de suelo, hidrosfera y atmósfera, tomando como referencia la clasificación clásica de la química en :

- a. Química inorgánica
- b. Química orgánica.

5.2.1 Fuentes inorgánicas.

Conformada, por el metal en sus diversas formas y sus compuestos o derivados del plomo, en forma de óxidos, sulfuros y sales, con estos agentes contaminantes del plomo, el suelo y las aguas ,se contaminan, enumeraremos las principales fuentes de contaminación de origen inorgánico:

5.2.1.1. Minería

El Perú y Méjico ,son dos de los principales productores de plomo, lo que significa, que la extracción minera es muy activa , y básicamente se ubica, en la Sierra, las formas de extracción y concentración del mineral, cualquiera que sea su sistema , conlleva al consumo paralelo de otros compuestos químicos tóxicos, y que son eliminados irresponsablemente por los ríos, que prácticamente se han convertido , en vías de eliminación directa , no solo del plomo, sino de otros metales, secundarios, bs ríos Rimac y Mántaro , tienen un grado alto de sustancias tóxicas, que desde hace décadas han hecho desaparecer, cualquier forma de vida animal o vegetal.

5.2.1.2. Metalurgia

Que es el proceso, donde a partir de los concentrados minerales, se obtienen los metales respectivos, el plomo es refinado, en un gran porcentaje, en la refinería de la Oroya, y a través de sus ductos aéreos, en forma directa, la atmósfera, es contaminado , con restos de azufre y óxidos , pero otros residuos sólidos, son evacuados por el río Rimac, y otros efluentes fluviales, de tal manera, que La Oroya, se han convertido en depósitos en movimiento de restos de metales tóxicos, y lamentablemente, desde hace aproximadamente 40 años, que cualquier tipo de vida orgánica ha desaparecido de las aguas de este río, la situación se agudiza, porque el río desemboca y deposita sus aguas , en el mar del Callao.

5.2.1.3. Industria de acumuladores de plomo.

Se puede afirmar, que cerca del 100% de parque automotriz del país, utiliza baterías de principio ácido- plomo, y también es verídico

que , casi todas los acumuladores son de fabricación nacional, ya que el plomo y sus derivados son baratos, así como el electrolito a base de ácido sulfúrico.

En esta actividad industrial, Se utiliza, plomo, litargirio (PbO) para la producción de las placas, pero también las rejillas donde se acondiciona las placas también son de plomo, aleadas con el metaloide tóxico antimonio, los restos del plomo ,ácido y óxidos, son evacuados por el desagüe y a través de la basura común

5.2.1.4. El área de recubrimientos,

Se ha utilizado y continua consumiendo, óxidos de plomo y sales ,para obtener tonos blancos y amarillos, muchas viviendas y edificaciones ,están pintadas , con recubrimientos a base de plomo, el plomo presente en esta manera, tiende a convertirse en carbonato de plomo, el que es mas soluble que los óxidos, se debe señalar que el cambio a carbonato ,es debido al dióxido de carbono, que existe en nuestro medio atmosférico.

5.2.1.5. Municiones de armas

Hasta hace unos cinco años, funcionaba la fabrica de municiones del Ejercito, mas conocido con las sigla de FAME , que en su línea de producción ,se obtenían municiones de diversos calibres , y como se sabe los proyectiles son de plomo o tienen como alma al plomo, unidos al plomo, FAME, utilizaba como materia prima laminas de zinc y cobre ,pero la cápsula fulminante tiene como uno de sus componentes al dióxido de plomo y al estifnato de plomo ,las

partículas pequeñas de los metales, se desechaban , a través de los camiones basureros.

5.2.1.6. Industria del vidrio.

Esta industria, utiliza aditivos, para que los vidrios tengan o presenten determinadas características, ya sea para darles ciertos tonos, o para obtener alguna propiedad de dureza o resistencia al calor, al incorporar por ejemplo una determinada proporción de PbO, a la formulación de vidrio ,se obtiene un producto tipo cristal.

5.2.1.7. Cosméticos.

Se puede afirmar, que desde las décadas de los años 80 hasta la actualidad, los tintes de cabello ,en sus diferentes tonos, ha tenido tanta demanda, es sorprendente como ha crecido el consumo de los colorantes capilares, y si antes era casi exclusivo de las damas en la actualidad, tanto varones como mujeres consumen masivamente, estos colorantes, que tienen en su composición como ingrediente activo ,el acetato de plomo , uno de las fuentes de contaminación de este producto cosmetológico , es que durante el proceso del teñido, parte del contenido, es eliminado por las cañerías de desagüe.

5.2.1.8. Cañerías.

Hasta la década del 70, la gran parte de las cañerías sanitarias eran de plomo, y hasta la actualidad, las edificaciones, industrias y casas antiguas , continúan con esa red de ductos de plomo , se sabe que con el tiempo, parte del plomo se convierte en sales de plomo como cloruros, y carbonatos, que son peligrosas por su

solubilidad ,felizmente ,el polivinil cloruro , ha desplazado al plomo en instalaciones sanitarias.

5.2.1.9. Soldadura de plomo.

La industria de conservas de alimentos, de especies marinas y leche, utiliza como soldadura al plomo, el cual puede reaccionar con los ácidos lácticos y otros ácidos orgánicos, descomponiendo el alimento y contaminando, los ductos sanitarios, con sales, solubles en agua. La soldadura de estaño contiene plomo, al disolverse el estaño queda libre el plomo. que a su vez reacciona con los ácidos orgánicos de los alimentos.

5.2.2. Fuentes orgánicas.

Las fuentes orgánicas mas significativas, son los derivados de alquilo de plomo y el tabaco, pero mientras los derivados de plomo alquilo, alteran el aire ambiental, el tabaco , causa daño directo , en el organismo humano ,ya que la ingesta de tabaco ,genera gases que son directamente absorbidos por el organismo ,vía digestiva, respiratoria o circulatoria.

5.2.21.Tabaco (arseniato de plomo).

Hay tres tipos de arseniato de plomo:

- .- El neutro ($Pb_3(AsO_4)_2$)
- .- El tipo ácido ($PbHAsO_4$)
- .- El tipo básico ($Pb_5OH(AsO_4)_3$)

El tipo ácido es el mas usado, debido a su estabilidad, sus principales propiedades físicas son:

Densidad . 5,79

Punto de fusión 270°C
Solubilidad Insoluble en agua
Soluble en ácido nítrico y en NaOH y KOH.

Físicamente es un polvo blanco y pesado que contiene cerca de 60% de plomo y 21% de arsénico.

El arseniato ha sido usado como pesticida, para insectos del tipo mandíbula desde 1892, tiende a producir residuos de arsénico soluble, el cual es fitotóxico, para el cuerpo de las plantas. El efecto es más notorio, en insectos con jugos digestivos alcalinos.

Para la agricultura, se usa una solución de 25 a 28 gramos de arseniato de plomo en 10 litros de agua, la acción tóxica, del compuesto, se reducen, añadiendo cal.

Es uno de los pesticidas que mas es utilizado por los sembradores de hojas de tabaco, aunque últimamente, esta siendo reemplazado por insecticidas órgano - fosforados. La Química Wilma Mori (UNMSM-Facultad de Química). ha realizado un significativo trabajo ,sobre detección de plomo ,en humo de tabaco. Detección de plomo es pesticidas tesis para optar el titulo de química UNMSM-Fac- Química 1983

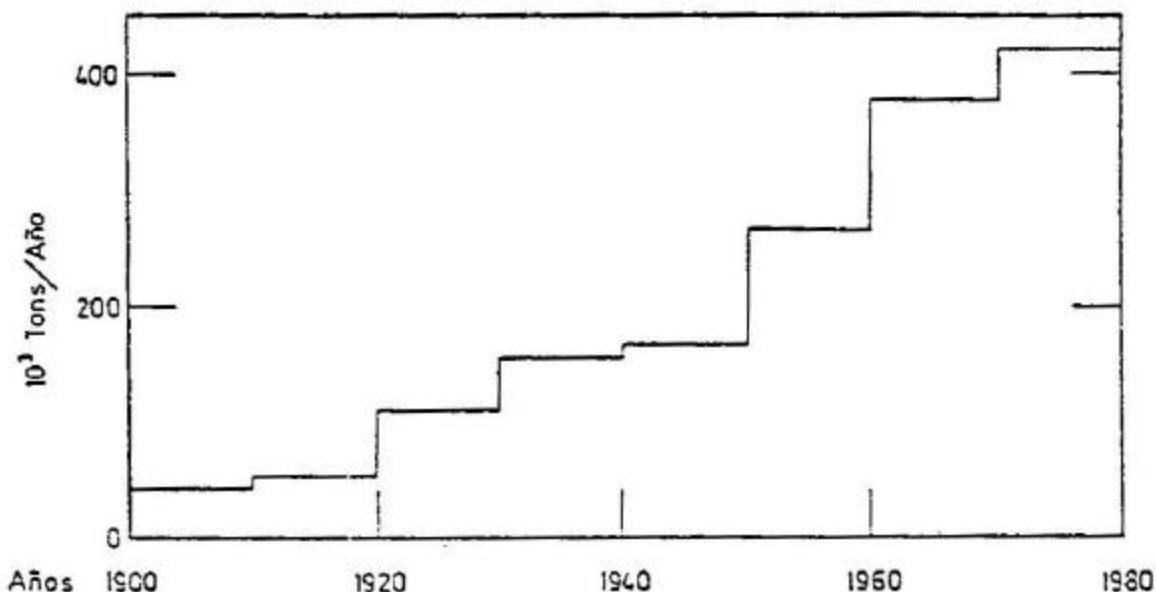
Esta comprobado que cada cigarro, puede contener de 2 a 12 microgramos de plomo, procedente del arseniato de plomo, gran parte se elimina con la combustión, pero se inhala un 2%, lo que equivale a una absorción diaria de 1 a 5 microgramos de plomo por el organismo, tomando como base, la fuma de 20 cigarrillos al día.

5.3. Fuentes de contaminación en el ambiente en general.

El motivo de nuestro estudio es la contaminación atmosférica por restos de plomo ,por lo que es necesario exponer sucintamente la evolución en el mundo de la contaminación de aire atmosférico.

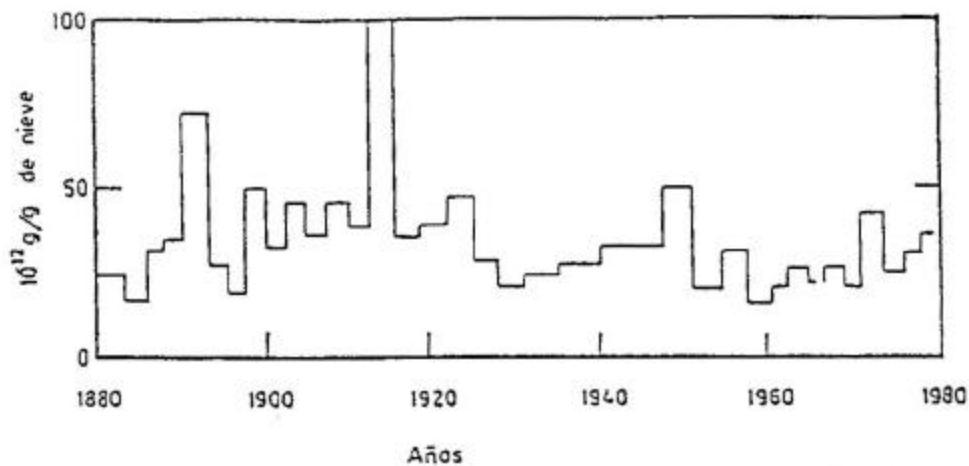
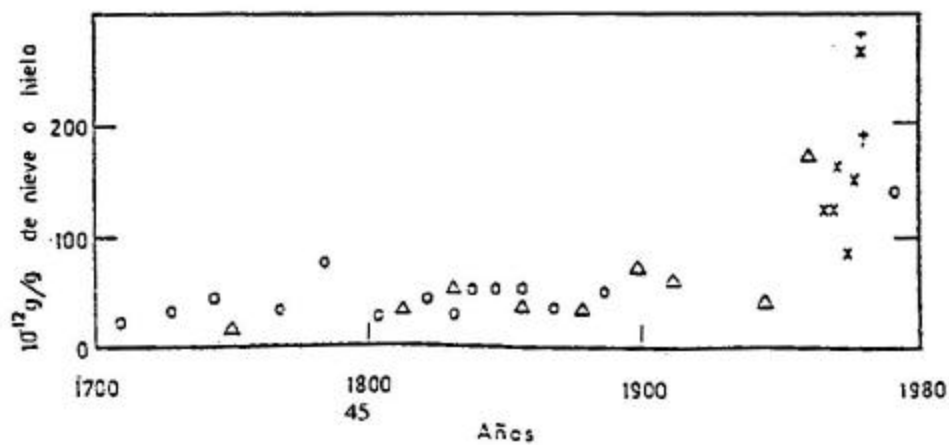
5.3.1. Evolución de la contaminación ambiental de plomo en el siglo XX

De 1900 a 1980, no ha habido década en que no aumente la contaminación mundial de plomo ,observar que de la década del los año 50 , en que se emiten 180,000 toneladas de plomo a la atmósfera, se ha elevado hasta mas de 400,000 toneladas de plomo en la década de los años 80 , aunque en el gráfico no incluya el año 2000, las emisiones tienden a disminuir, ya que un gran porcentaje de las emisiones de plomo a la atmósfera se debía a los restos de plomo tetraetilico, insumos que desde la década del 80 ha disminuido considerablemente su uso como antidetonante.



Pero un aspecto vital, para visualizar el grado de contaminación de plomo, son las medidas de niveles de plomo ambiental, en los polos, medidas que brindan una idea cabal del envenenamiento de la atmósfera.

En los siguientes gráficos que corresponden a mediciones en Groenlandia y la Antártica, observamos como el plomo en el Artico se ha elevado de 0,0005 millonésima de gramo /kilo en el año de 1800 hasta un nivel preocupante de 0,2 millonésima de gramo por kilogramos en 1965.



Variaciones de las concentraciones de plomo en la nieve del Antártico de 1800 a 1980.

5.3.2. Aire.

Las principales fuentes que contaminan, el aire urbano son : En primer lugar la combustión de gasolina, que contiene aditivos de plomo, que en general representa el primer lugar de importancia , con un aporte porcentual muy alto y en segundo lugar de importancia, están las fundiciones primarias de plomo.

La presencia del plomo, en el aire adquiere interés, por la facilidad con que puede penetrar por la vía respiratoria y ser absorbido por el organismo. Las concentraciones de plomo en el aire varían de acuerdo a la distancia a la fuente contaminante, se considera que, en nuestro país, las zonas adyacentes a las refinerías de plomo, son las mas accesibles a la contaminación por plomo, y en las ciudades, son las zonas urbanas, las mas vulnerables, debido a la alta densidad de desplazamiento de vehículos.

Debemos tomar en consideración que los niveles de plomo ambiental a nivel mundial, así como los detectados en el Artico y la Antártica, en un rango de 80 a 85% de deben a las emanaciones de las combustiones de los vehículos impulsados con gasolinas con antidetonantes.

5.3.3. AguaEl agua en áreas no contaminadas, presenta concentraciones bajas de plomo (1 microgramos /litro), en aguas superficiales y alrededor de 8 microgramos/litro en los ríos, las concentraciones de plomo en agua de mar son mas bajas, que en aguas de río y lagos, en aguas oceánicas superficiales se observan concentraciones de 0,05 a 0,4 microgramos de agua/litro y en aguas subterráneas hasta una profundidad de 1000 metros, se han detectado concentraciones de alrededor de 0,03 microgramos /litro.

Pero a nivel de contaminación, la exposición del plomo a través del agua, es mínima debido que forma por lo general compuestos insolubles del tipo carbonatos y sulfatos.

El consumo humano de agua, sobre la base de 2 litros diarios, puede significar un aporte habitual del plomo al organismo, en un rango de 10 a 1 microgramo/ litro

5.3.4. Suelo

En zonas alejadas a la actividad humana, la concentración media de plomo, en el suelo es similar a la concentración natural en la corteza o en las rocas.

El suelo es contaminado principalmente por depósitos de partículas del aire y por agua contaminada por actividades industriales. Si se continua usando plaguicidas, con contenido de plomo como el arseniato de plomo por ejemplo, se debe considerar, esta situación como un elemento adicional de contaminación de suelos, especialmente agrícolas.

5.3.5. Alimentos

La cantidad de plomo, ingerida por los alimentos varia mucho, según el tipo de productos, las determinaciones varían desde 1,5 mg/Kg. en condimentos, de 0,2 a 2,5 mg/K . en pescados y mariscos, de 1,3 mg/Kg. en cereales y legumbres , Las frutas, verduras y cereales, se contaminan con plomo , ya sea absorbiendo a partir de los suelos o recibéndolo como depósito en sus superficies a partir del aire contaminado.

Ref. Portillo R: Análisis Bromatológico III,111 (1951)

Si bien en general la mayor fuente de plomo ingerido son los alimentos ,alrededor del 90% del plomo ingerido, es eliminado por las heces, de este

modo la importancia de la ingestión de plomo es significativa solo cuando existe en muy alto índice de contaminación ambiental, que repercuta en los alimentos.

5.4. Plomo tetraetílico (TEL) - características.

5.4.1. Generalidades.

Del 80 al 90% de contaminación del aire atmosférico, por plomo en nuestro medio, se debe a los restos de la combustión del plomo tetraetílico, y debido a esta magnitud, es que este compuesto tiene un acápite especial, en el desarrollo de esta monografía.

5.4.2. El plomo en los combustibles.

5.4.2.1. Combustibles de automotores

Gasolinas :

Ventajas:

Posibilidad de incluir sistemas de catalizadores ,a fin de evitar casi totalmente la contaminación ambiental.

Desventajas

Generación de monóxido de carbono, es un combustible no renovable, rendimientos bajos ,los catalizadores en mal estrado de funcionamiento son mas dañinos que los óxidos de carbono.

Diessel

Ventaja

Mas barato que las gasolinas, su consumo es bajo y durante su combustión solo emite dióxido de carbono y agua y muy bajo nivel de agentes contaminantes como el monóxido de carbono Es un combustible que no contamina con monoxido de carbono, es económico

y es usado en forma masiva en nuestro medio, sobre todos en transporte de servicio.

Desventaja

Como en su proceso no se somete a operaciones de refinación como las gasolinas ,este combustible contiene contaminantes pesados ,como cadmio, azufre ,que a su vez forma óxidos de azufre en especial el dióxido de azufre y ácido sulfúrico (lluvia ácida ,y también contiene aluminio.

Gas natural

Ventaja

A base de gas metano ,durante su combustión solo emite ,dióxido de carbono y vapor de agua ,y emite bajos niveles contaminantes de monóxido de carbono y el dióxido de tri nitrógeno ,es un combustible bien económico

Desventaja

Es un recurso agotable y sus reservas se están agotando rápidamente, se calcula que solo existirán hasta el año 2050 ,otra de sus desventajas es que su uso como combustible tiene poco rendimiento.

Gas Licuado de petróleo

Ventaja

Es un combustible silencioso ,adecuándolo también puede funcionar en motores gasolineros ,las reformas son mínimas ,su grado de

contaminación es muy baja ,ya que en condiciones normales su combustión produce solo gases de dióxido de carbono y vapor de agua.

Desventaja

Este insumo es un derivado del petróleo y como tal es una fuente no renovable, las reservas se agotan en forma irreversible ,son pocas las estaciones de servicios que la expenden.

Etanol

Ventaja

Es un combustible expectante, ya que es una fuente renovable, su origen es agrícola ya que puede obtenerse a partir de varias clases de vegetales ,es poco contaminante y emite menos compuestos orgánicos volátiles e hidrocarburos que los diversos tipos de gasolinas.

En la actualidad Brasil esta consumiendo este tipo de combustible, el que lo obtiene a partir de sus grandes ingenios azucareros ,de los cuales obtienen el etanol que alimenta a una gran parte de su parque automotriz.

Se considera que con los años este combustible ofrece posibilidades optimistas ,para ser un buen sucedáneo de las gasolinas y Diesel

Desventaja

Se necesitan rediseñar los actuales motores gasolineros, con la finalidad de ser adaptados a este tipo de alcohol , tiene la desventaja que la temperatura de arranque no pueden ser menores de 10°C, su rendimiento de kilómetros por galón aun es bajo , y en la actualidad se

esta tratando de bajar los costos de producción ,a fin de abaratar el combustible.

Bio aceites

Ventaja

Son recursos energéticos de tipo renovable ,ya que proceden de vegetales ,parecidos a su origen como el etanol ,su gran ventaja es que no son contaminantes ,no emiten contaminantes minerales como azufre ,nitrógeno ni metales pesados.

Desventaja

En la actualidad es una materia prima muy cara, los motores convencionales de combustión aceiteros necesitan grandes cambios estructurales para que funcionen con este tipo de combustible.

Bio Diesel

Químicamente es un combustible que consiste en un aceite modificado a base de éster metálico ,durante su producción se obtienen harina con un rico contenido de proteínas para la ganadería ,procedentes de los restos de las cascara de semilla de linaza,que además contienen riqueza de vitamina B y sus afines , así como alto contenido de fibras vegetales. Por ser un producto natural no ocasiona emisiones de azufre, plomo, cadmio, aluminio ni nitrógeno, por lo que no existe el problema de generación de diversos tipos de lluvias ácidas.

Desventaja

Por ahora sus costos de producción son elevados, es aproximadamente tres veces mas caro que la gasolina.

Otra desventaja es que se debe cambiar con frecuencia porque se diluye en el cárter y necesita aditivos para arrancar a bajas temperaturas ,este tipo de combustible no ofrece dificultades en las ciudades costeras y selváticas del Perú ,por que las condiciones de temperaturas no son bajas sino medianas.

La inclusión de aditivos ,puede generar productos gaseosos contaminantes ya sean orgánicos como inorgánicos.

Hidrogeno

Ventaja

Es el primer elemento de la tabla periódica , es el gas mas ligero ,en la década de los años 20 y 30 del siglo anterior se usaba mucho como combustible de globos aéreos ,siendo el mas representativo el Graf Zeppelin ,globo gigante que realizaba vuelos intercontinentales de Europa a América.

Al no contener este combustible carbono (no es un hidrocarburo) ,su combustión es la mas limpia de todos los combustibles ,ya que solo emite vapor de agua ,por lo que es el mas ecológico de todos los combustibles

A nivel automotriz puede ser usado tanto en motores de combustión como en vehículos eléctricos ,tiene un alto rendimiento.

Desventaja

Tiene grandes problemas técnicos de almacenamiento y su temperatura debe controlarse para evitar riesgos de explosión y los depósitos deben ser mas amplios. Debido a su ligereza y su bajo peso molecular , los depósitos deben cumplir requisitos severos de hermeticidad .

El uso del hidrógeno como combustible es uno de los sueños de los ingenieros químicos, ya que como los hidrocarburos fósiles son no renovables, y su agotamiento no tardara mucho, se están buscando en la actualidad alternativas de reemplazar a los combustibles tradicionales , pero los costos de investigación son muy caros.

En la actualidad Japón que es un país que no tiene petróleo propio, viene realizando estudios de investigación, sobre la aplicación del hidrógeno como reemplazo de las gasolinas y petróleos diésel, y se quiere obtener el hidrógeno a partir del agua mediante un proceso de electrólisis, pero muchos problemas se están generando y se tiene la esperanza que con el tiempo ,esas dificultades, se vayan superando una a una, para de esta manera obtener un medio energético ,limpio y ecológico.

5.4.2.2. Gasolina- generalidades

La gasolina es el compuesto mas conocido del petróleo, la gasolina es una mezcla de hidrocarburos volátiles, contiene sobre todo alcanos, ciclo alcanos e hidrocarburos aromáticos en menor proporción algunos de estos compuestos son mejores combustibles para los motores de los automóviles que otros y en ello radican el problema de tratamiento posterior y refinación de la gasolina.

Cuando un motor automotriz gasolinero esta en operación, el control de la combustión de la mezcla gasolina – aire en el interior de cada cilindro para obtener una expansión suave de la mezcla gaseosa ,constituye una inquietud expectante en la ingeniería ,ya que si la

mezcla se quema demasiado rápido ,el émbolo recibe un empujón violento , en vez de un impulso adecuado , esta acción produce un ruido molesto o detonación , al mismo tiempo que disminuye el rendimiento de la conversión de energía de combustión en mecánica. Se ha comprobado que los hidrocarburos de cadena lineal tienen mayor tendencia a generar explosiones, mientras que los hidrocarburos ramificados y aromáticos , producen el impulso suave deseado , por esta razón las gasolinas se clasifican de acuerdo a su octanaje , una medición de su tendencia a producir detonaciones .En esa escala se ha asignado arbitrariamente un índice de octano igual a 100 a un compuesto C_8 ramificado (2,2,4 – trimetil pentano o iso octano) y de cero al n – heptano.

El índice de octanaje de los hidrocarburos, se puede mejorar mediante la adición de pequeñas cantidades de compuestos llamados antidetonante, y entre las sustancias mas usadas tenemos al tetrametilo de plomo y el tetraetilo de plomo, también conocido como TEL. La adición de 0,5 a 1,0 gramo de cualquiera de estos componentes a un litro de gasolina aumenta el índice de octanaje en diez o más veces.

Sin embargo no se tomó en cuenta que el plomo es un metal mucho mas tóxico y que la descarga constante de emisiones de los automóviles a la atmósfera se ha convertido en un serio problema ambiental, y es tal el problema que en los estado Unidos de América, las normas federales requieren que todos los automóviles construidos posterior al año de 1974 usen gasolina sin plomo o también conocida como “gasolina ecológica” para remediar esta

plaga ambiental se diseñaron convertidores catalíticos con los que están equipados los últimos modelos automovilísticos ,pueden envenenarse con el plomo ,siendo esta otra razón para excluirlo de la gasolina , las grandes compañías de refinación de petróleo consideran que para evitar este mal ,las gasolinas deben contener mayor cantidad de hidrocarburos ramificados.

En nuestro medio las gasolinas de 84 octanos, todavía contienen el tóxico plomo tetraetilico, adicionado con antidetonante, pero la legislación, le va a permitir seguir usándola hasta el año 2004.

En los siguientes gráficos exponemos en la secuencia : a.- El consumo anual de aditivos en USA, en el gráfico b. Una columna de fraccionamiento de petróleo.

5.4.2.3. Derivados alquílicos del plomo.

El plomo tetraetilico y el plomo tetrametilico, no son los únicos compuestos alquílicos del plomo ,tal vez sean los mas representativos, pero, también se han desarrollado otros derivados orgánicos del plomo como:

Nombre del alquilo de plomo	Peso molecular	Formula
Tetrabutilo de plomo	435,65	$C_{16}H_{36}Pb$
Tetrapropilo de plomo	379,54	$C_{12}H_{28}Pb$
Trimetilo de plomo	253,30	$C_3H_{10}Pb.$
Trimetiletilo de plomo	281,31	$C_5H_{14}Pb$
Dimetildietilo de plomo	295,38	$C_{16}H_{16}Pb$
Metiltrietilo de plomo	309,41	$C_7H_{18}Pb$

Los compuestos inferiores de tetraalquilo de plomo, tales como el : tetrabutilo ,tetraetilo, tetrametilo y tetrapropilo de plomo, son líquidos incoloros, con leve olor dulcete .

Son solubles en muchos solventes orgánicos, pero se consideran insolubles en el agua, desde el punto de vista químico, los compuestos tetra orgánicos de plomo ,se descomponen en el metal plomo y radicales libres a elevadas temperaturas o en presencia de luz.

Los únicos alquilos de plomo fabricados en cantidades comerciales importantes son. tetraetilo, tetremetilo y tetra(etil- metilo de plomo. Casi todos los alquilos de plomo fabricados se emplean como aditivos antidetonantes o elevadores de octanaje, la cantidad de tetralquilo de plomo normal, que se vende en las gasolineras contienen un aproximado de 0,8 gramos del antidetonante por galón de gasolina.

Productores de derivados alquílicos de plomo.

Se ha excluido adrede los principales productores del plomo tetraetílico y del plomo tetrametílico, para, exponerlos en el respectivo acápite del tetra etil lead o TEL

Tetrapropilo de plomo

Du Pont -Nueva jersey

Wilmington DE

Producción en libras/año

Confidencial

Confidencial

Tetrabutilo de plomo

Du Pont

Wilmington

Confidencial

Confidencial

Trimetiletilo de plomo

PPG Industries

Confidencial

Beaumont TX	1,0- 10 millones
Du Pont	1,0-10 millones
Nalco Chem.	Confidencial

Dimetildietilo

PGG Industries	10- 50 millones
Du Pont	10- 50 millones
Nalco Chem.	Confidencial

Metiltrietilo de plomo

Beaumont	10-50 millones
Du Pont	10-50 millones
Freeport TX	Confidencial

5.4.2.4. Características del plomo tetra etílico o TEL

- Estado físico : Líquido aceitoso de olor característico
- Formula global de : $C_8H_{20}Pb$.
- Peso molecular : 323,45
- % de Carbono : 29,70%
- % de Hidrógeno : 6,23%
- % de plomo : 64,06%
- Densidad : 1,623
- Punto de ebullición : 200°C
- Punto de fusión : -136,8°C
- Hidrosolubilidad en agua destilada

A 0°C	: 0,20 ppm
A 26,6° C	: 0,21 ppm
A 31,5° C	: 0,25 ppm
A 37,5° C	: 0,25 ppm.
A 20° C	: 0,8 ppm.

En agua de mar filtrada: 20 ppm

- Soluble en : Benceno ,éter de petróleo ,gasolina ,alcohol etílico
- Índice de refracción : $n_D = 1,5198$ a 20°C
- Vías de intoxicación: Respiratoria y cutánea.
- Toxicidad : Muy alta.
- Dosis letal media : 12,3 mg/Kg de peso corporal en ratas.
- Presión de vapor : 1 mm de Hg a $38,4^\circ\text{C}$
- Sucedáneo : Tetra metilo plomo

5.4.2.5. Características del plomo tetrametílico

Formula	$\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$
Peso molecular	267,3
%de C	17,95
% de H	4,48%
% de Pb	77,57%
Densidad en g/ml	1,99
Punto de ebullición	110°C
Punto de fusión	$-27,5^\circ\text{C}$
Presión de vapor	22 mm de Hg a 25°C
Líquido	Incoloro
Soluble en	Benceno ,etanol, y éter etílico
Hidrosolubilidad en agua:	
De mar	15 ppm
Agua destilada	9 ppm

5.4.2.6. Producción .

El plomo tetraetilico se produce haciendo reaccionar una aleación metálica de sodio y plomo con cloro etano, en condiciones adecuadas de presión y temperatura.

Similar reacción química se produce para obtener plomo tetremetilico con la diferencia que en vez de cloro etano se utiliza el cloro metano, pero las condiciones de presión y temperatura varían.

Los hidrocarburos halogenados con los que se mezcla en las formulaciones comerciales pueden producirse en una planta integrada o bien comprarse en otro lugar.

En nuestro medio el compuesto detonante alquílico mas usado es el plomo tetraetilico ,el plomo tetrametilico ha sido aplicado en mínimas proporciones en la elaboración histórica de gasolinas , su repercusión estadística a nivel nacional nunca ha trascendido en forma significativa.

Ambos aditivos son importados cuando se desean utilizar, aún quedan importantes reservas de este insumo tóxico, pero las legislaciones internacionales están emitiendo normas que impidan la fabricación y uso de este compuesto orgánico , como antidetonante.

Los principales productores de plomo tetraetilico y tetrametilico son:

Plomo tetraetílico	Producción
Du Pont	143 millones
Ethyl Corp.	231 millones
Nalco Chem.	110 millones
PPG Industries	50-100 millones
Plomo tetrametílico	Producción
Daton Rouge LA	Confidencial
Du Pont	1-10 millones
Antioch CA	Confidencial
Mobil Oil NY	0,1-1,0 millones
Freeport TX	Confidencial

Referencia: Environmental Protection Agency- OPS- Metepec México-1988

Como se aprecia, la producción del plomo tetraetílico ,es mucho mayor que el plomo tetrametílico ,el TEL, tiene mejores propiedades de antidetonante, que su similar el plomo tetrametílico, se descompone con mayor eficiencia ,y propicia gasolinas con octanajes estables, otra ventaja también es que es menos soluble al agua que el plomo tetrametílico.

La producción del plomo tetraetílico y tetrametílico, ha decrecido a causa de las restricciones en las cantidades de plomo permitidas , en la gasolina como aditivo y el uso creciente de gasolinas sin plomo.

5.4.2.7. Transporte de antidetonantes

Las formulaciones de productos antidetonantes, se transportan generalmente a granel en vagones cisternas ,cuando se trata de ferrocarriles ,esto para pequeñas distancias o sea a nivel local , en los Estados Unidos de Norteamérica ,se transportaba de esa manera ,pero cuando el producto es importado y el medio de transporte es por

buques , se acondicionan en cisternas especiales y dentro de estas a su vez se acomodan bidones que por lo general son de acero inoxidable espacialmente diseñados .

Al desplazar estos insumos se debe hacer todos los esfuerzos para impedir el manejo del producto en transito normal o en emergencias por personas no autorizadas y no instruidas previamente.

Cuando alguna planta solicita muestras pequeñas para fines de investigación en cantidades menores de un litro, los envíos se efectúan en envases especiales ,acompañadas por cartilla de instrucción.

5.4.2.8. Usos de los antidetonantes

El plomo tetrametilico y el plomo tertraetilico son compuestos órgano metálico , que se presentan ambos en estado líquido y que presentan la característica fundamental de que los dos son totalmente miscibles en gasolina , en todas las proporciones así como en otros disolventes orgánicos.

La solubilidad de estos compuestos alquílicos, en la gasolina se aprovecha para su aplicación antidetonante en la gasolina , que es un combustible para motores de combustión interna , estos compuestos separadamente o juntos tienen como media aproximadamente un 56 por 100 en peso en las diversas formulaciones y se mezclan con hidrocarburos clorados o bromados y también con colorantes marcadores (para diferenciar los tipos de gasolinas) ,en cantidades

suficientes para convertir en plomo en sales inorgánicas de halogenuros durante la combustión del hidrocarburo.

La concentración máxima de los compuestos de plomo alquílico en las gasolinas ,depende de las prescripciones legales de los países que lo utilizan aun , los fabricantes también recomiendan las dosis límites.

Se recomienda que en ningún caso la dosificación del antidetonante, como aditivo de gasolina exceda los 1,12 gr/litro.

5.4.2.9. Riesgos de los antidetonantes.

El plomo tetraetílico y el plomo tetrametilico, y los componentes de hidrocarburo halogenado de los compuestos antidetonantes de plomo, tienen propiedades tóxicas comprobadas que necesitan precauciones muy exigentes contra su absorción ,tanto cutánea como la vía respiratoria .

Tanto el plomo tetremetilico como el plomo tetraetilico son miscibles en grasas y aceites ,por lo que se absorben a través de la piel ,aunque el plomo tetrametilico se absorbe considerablemente menos que el plomo tetraetílico ,la absorción cutánea de ambos compuestos se disminuye considerablemente ,cuando se han diluido en aproximadamente una parte por mil partes en volumen.

El aire ambiental saturado con plomo tetraetilico a 25°C tiene un contenido de plomo de 5 mg/l , y bajo las mismas condiciones el plomo tetrametílico se vaporiza en medida mucho mayor.

El plomo tetraetílico se descompone lentamente en el aire, pero rápidamente cuando es expuesto a la luz del sol fuerte ,produciendo

cristales similares a agujas de compuestos plomo- tri- di y mono etílicos.

Ambos compuestos tienen un olor similar al ajo, por lo que se les conoce como productos aliáceos y son menos solubles en los hidrocarburos del petróleo y mas solubles en agua que el plomo tetraetílico, de ahí su peligrosidad a que se desestabilicen.

En estado seco pueden dispersarse mecánicamente en el aire ,inhalarse o depositarse en la piel ,su inhalación provoca un fuerte estornudo por irritación de la mucosas de la nariz, si la inhalación prosigue se inflama el sistema tracto respiratorio superior .

El contacto de los antidetonantes con la piel cálida y húmeda y las membranas oculares no protegidas, produce escozor ,quemaduras y enrojecimiento ,que luego de unos minutos tiende a desaparecer.

5.4.3.0. Intoxicación y antídotos del TEL

a. Intoxicación.

Tratar el aspecto toxicológico del plomo tetraetílico, es muy amplio, y sería un tema interesante, de estudio en el campo bioquímico, por lo que muy sumariamente trataremos este aspecto.

El cuerpo humano no podría subsistir sin sodio ,calcio ,potasio , metales que son llamados electrolitos y en menor proporción por cinc ,manganeso , selenio ,cobre , molibdeno ,así como el hierro constituyente esencial de la sangre , cada uno de estos metales cumple una función vital en el metabolismo humano.

Sin embargo el plomo no tiene ninguna función benéfica, identificada con el organismo humano , su efecto tóxico ha sido conocido por mas

de 2000 años y a pesar de que se sabe que el plomo es un veneno su uso es masivo en nuestra sociedad.

En la actualidad hay una creciente preocupación , por el envenenamiento ambiental por el plomo , este metal es extremadamente tóxico , sus efectos en los humanos y animales es acumulativo ,ya sea en forma de ion Pb^{+2} , como tetraetil plomo ,ya sea ingerido o inhalado , el plomo se concentra en la sangre , en los tejidos y en los huesos.

Se sabe que los iones de plomo inhiben las enzimas que catalizan las reacciones de la biosíntesis de la hemoglobina, por lo tanto la alteración de la hemoglobina conduce a la anemia

Pero el plomo tetraetílico es aún mas letal que el radical Pb^{+2} , ya que en el sistema hepático se convierte en el ion $(C_2H_5)_3Pb^+$, como el grupo alquilo no es polar ,este ion puede atravesar con facilidad las capas de membranas que los iones plomo no complejados , y por lo tanto puede atacar enzimas en diversas zonas ,como por ejemplo el cerebro y de hecho el daño cerebral es el síntoma que mas suele presentarse en aquellas personas que han sido afectados por envenenamiento agudo del plomo ,de manera particular ,estas alteraciones se enfocan en los niños , estos según estudios médicos en el Estado de Alabama (Estados Unidos de Norteamérica) ,son los mas vulnerables a este grupo órgano – inorgánico . Pero el cerebro no solo es el único sistema que se afecta por este tipo de intoxicaciones, si no también el sistema renal y el sistema nervioso central también sufren los efectos tóxicos del plomo residual del plomo tetra etílico.

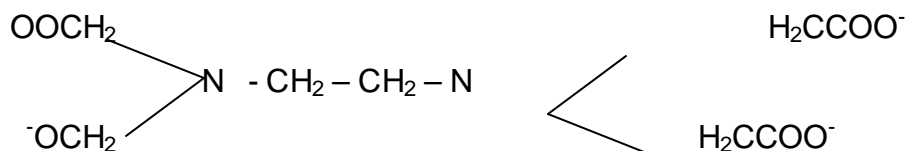
El envenenamiento por plomo, generalmente se trata con agentes quelantes, o sea sustancias que mediante un cambio químico complejo, pueden transformar iones estables complejos con el plomo de número de oxidación +2. La química o mejor escrito, la bioquímica, de los derivados alquílicos del plomo, es muy compleja, por eso es que muchos estudios todavía no han culminado a nivel de laboratorios en experimentos con ratas y conejos.

b. Antídotos

b.1. Antídotos del TEL

Dos sustancias particularmente eficaces para eliminar el plomo de la sangre o de los tejidos son :

a. Etilendiaminotetraacetato conocido como EDTA .



Sus principales parámetros son :

Formula global: $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$

Peso molecular: 292,24

% de C : 41,0

% de H : 5,52

% de N : 9,59

% de O : 43,80

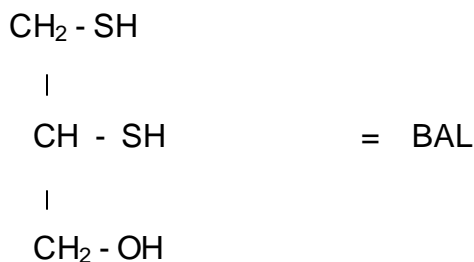
Es un sólido cristalino, poco soluble en agua, pero soluble en los ácidos fuertes como el clorhídrico o sulfúrico, puede formar sales mono, bi, tri o tetra básicas con solubilidad creciente en agua.

Su propiedad más importante es la de formar sales estables y solubles con iones alcalinotérreos y metales pesados, estos compuestos conocidos como quelatos, hacen que los metales pierdan sus características, por ejemplo, la de ser precipitados en solución alcalina. Tiene varias aplicaciones una de ellas es la de tratar envenenamiento por plomo, pero debe ser empleado con cautela, porque el compuesto de quelación que forma con el calcio del organismo podría producir hipocalcemia peligrosa.

b.2. B.A.L

El otro producto es el 2,3- dimetilcaptopropanol, más conocido como BAL iniciales de British Anti Lewisita o Anti lewisita británica

Su estructura molecular es:



Sus principales propiedades físicas son :

Fórmula global : $\text{C}_3\text{H}_8\text{OS}_2$

Peso molecular : 124,21

% C = 29,00

% H = 6,94

% O = 12,88

% S = 51,62

Densidad: 1,23

Indice de refracción: 15720 a 25°C

Solubilidad : 8,7 gramos se disuelven en 100 ml de agua

Solubilidad : Soluble en aceites vegetales.

Dosis Letal : 86,7 mg/Kg de peso (ratas)

Punto de ebullición : 122° C a 15 mm

Físicamente es un líquido amarillento de olor repugnante, de acción desintoxicante de los venenos metálicos , en especial del arsénico y del plomo , su acción es la de formar un anillo completo con el metal separándolo del sistema ,este antídoto se emplea inyectando por vía intramuscular ,como la inyección es bastante dolorosa , se le añade algo de alcohol bencílico ,que obra como anestésico ,pero este tratamiento como el del EDTA ,debe hacerse con asistencia médica.

Originalmente el BAL que fue desarrollado durante la segunda guerra mundial ,como un antídoto para EL 2- Clorovinildicloroarsina ($C_2H_2Cl_3As$) que contiene el metaloide arsénico y que físicamente es un líquido de color amarillo ,insoluble en agua y soluble en líquidos orgánicos , a semejanza del gas mostaza , también se usaba como agente químico de guerra ,porque posee una acción poderosa ,mas letal y rápida que el gas mostaza ,posteriormente se investigó sobre el efecto en el plomo con resultados satisfactorios.

Integrando la acción desintoxicante tanto del EDTA como del BAL, señalaremos que lo importante es que tanto el EDTA como el BAL ,producen complejos muy estables con el plomo y finalmente pueden ser expulsados a través de los riñones o por el sistema hepático.

El complejo plomo EDTA tiene una carga neta de -2 ya que cada átomo de oxígeno donador tiene una carga negativa y el ion plomo dos cargas positivas ,

en los siguientes gráficos se detalla el mecanismo químico de ambos compuestos

Pero en nuestro medio en Lima específicamente existe desde hace aproximadamente 62 años, el Instituto de Salud Ocupacional, en la actualidad DIGESA siglas de la Dirección General de Salud Ambiental entidad precursora de tratamientos de enfermedades ocupacionales , y es una de las organizaciones que proporciona asesoramiento de legislación y orientación en casos de intoxicaciones inmediatas y de largo plazo ,por lo que se sugiere que contaminaciones con este metal pesado sean consultados ,con este ente científico ,que esta ubicado en la cuadra 3 de las Amapolas (350) ,San Eugenio Lince

En la siguiente vista, presentamos, la estructura molecular del EDTA, con el plomo, donde forman un complejo, donde se puede interpretar la acción bioquímica del EDTA, en derivado alquilico del plomo.

5.4. La ingeniería Química del plomo tetraetílico.

El proceso de producción del plomo tetraetílico, es una aporte de la Ingeniería Química, desde la selección de la materia prima, procesos de operaciones unitarias y cálculos económicos, hasta las condiciones y características del envasado, se aprecia la intervención del ingeniero químico.

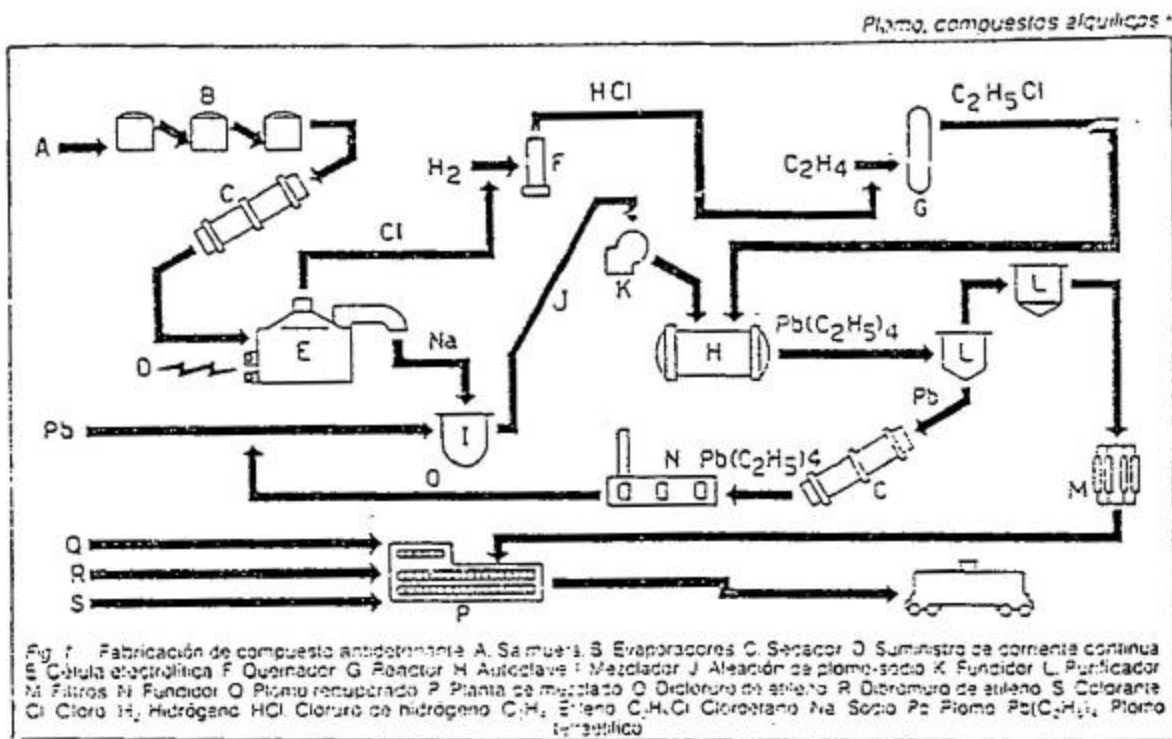
Los Estado Unidos de Norteamérica, son los precursores y principales productores de este compuesto, se conocen dos métodos de obtención el plomo tetraetílico:

- a. El de la alquilación de la aleación: plomo- sodio, con el cloruro del alquilo apropiado. A este método se le llama Hawley.
- b. Obtención del plomo tetraetílico por el método de electrólisis, en que se usa un alquilo, del reactivo de grignard, con un ánodo de gránulos de plomo, proceso desarrollado por la Nalco Chemical Co.

El procedimiento industrial mas desarrollado, es el Hawley, y que consiste de las siguientes fases:

- A. Deposito de salmuera.
- B. Batería de evaporadores.
- C. Secador
- D. Suministro de corriente continua
- E. Célula electrolitica
- F. Quemador
- G. Reactor
- H. Autoclave
- I. Mezclador
- J. Aleación de plomo- sodio
- K. Fundidor
- L. Purificador
- M. Filtros
- N. Fundidor
- O. Plomo recuperado
- P. Planta de mezclado.
- Q. Dicloruro de etileno.
- R. Di bromuro de etileno.
- S. Colorante.

En el siguiente esquema, se gráfica el circuito de producción del plomo tetraetílico.



VI. MUESTREO.

6.1. Plomo atmosférico.

Antes de, ingresar, al desarrollo del plomo atmosférico, es necesario, señalar , que el plomo , no es el único , cuerpo en suspensión , solo es uno de ellos, y por lo tanto , consideramos correcto, tratar en forma sucinta, la naturaleza química y algunas características de los otros corpúsculos, que se suspenden en la atmósfera.

6.1.2. Partículas en suspensión totales (PTS).

Las partículas en suspensión son :

Plomo

Cromo

Cadmio

Dióxido de azufre

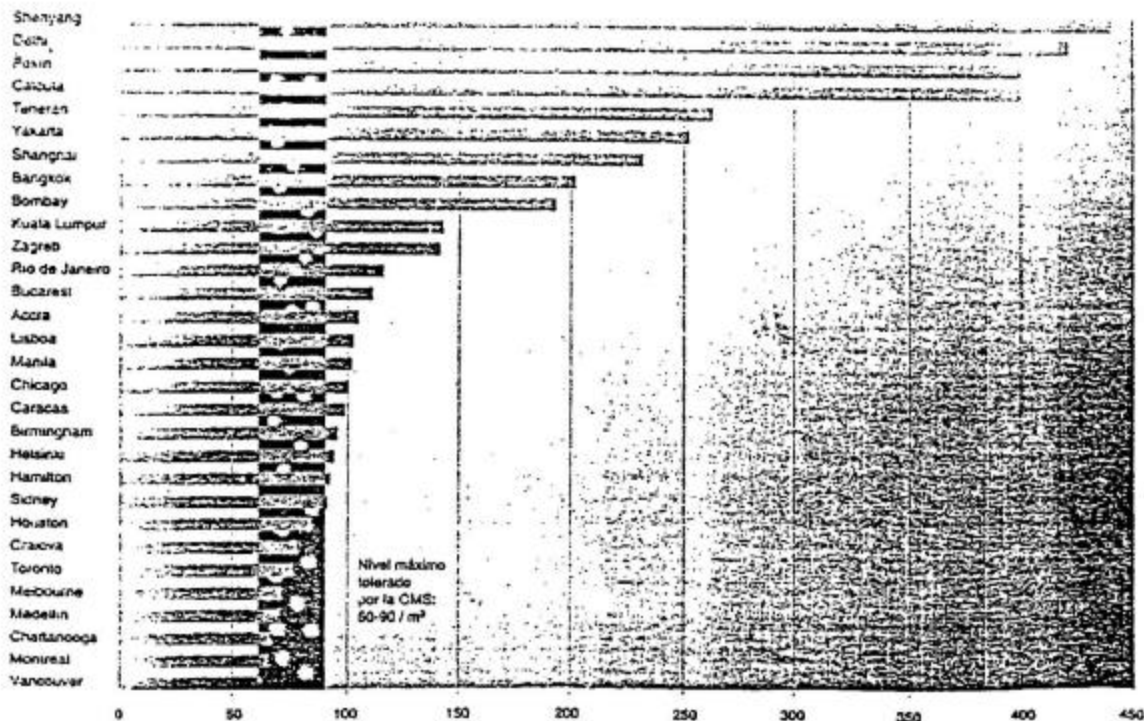
Dióxido de nitrógeno

Amoníaco

Hidrógeno sulfurado.

Como el plomo , es el tema del presente trabajo , lo omitimos, para especificar a las siguientes.

A manera de ilustración, presentamos, un cuadro, de partículas en suspensión en diversas ciudades



Cromo. (Cr)

El cromo se utiliza, como aditivo, en la producción de aceros inoxidables, aceros especiales y otras aleaciones, en la manufactura de materiales refractarios, producción de vidrio, cemento, pigmentos, baterías de alta temperatura, fungicidas y la industria de la curtiembre.

De todas las aplicaciones del cromo que se han enumerado, en nuestro medio, las áreas más contaminantes de cromo, son la industria de las pinturas, la producción de asbesto y también el área de la curtiembre, que utilizan para curtir el alumbre de cromo.

La contaminación del aire puede provenir de las industrias mencionadas, en especial la industria del asbesto, que contiene aproximadamente 1500

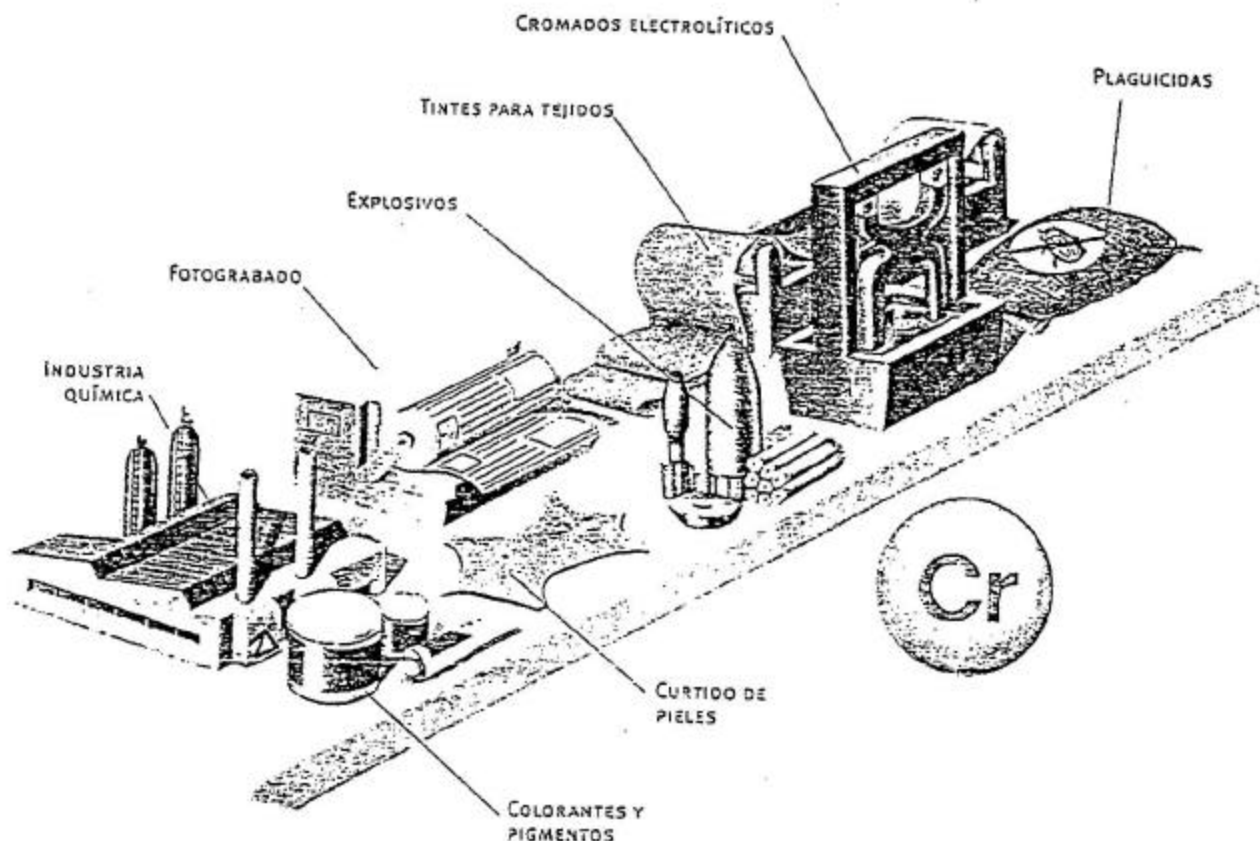
mg/Kg, El desgaste de los frenos de los vehículos motorizados, al emitir asbesto es otra fuente ambiental del cromo.

Las emanaciones de cromo se dispersan por el medio ambiente y también puede ocasionar algunos tipos de cáncer, los estudios, experimentales, en ratas y conejos, han demostrado , la formación de células neoplásicas .

Es muy conocido, la intoxicación por cromo, en México, en 1976, cuando se asfaltaron las calles de un pueblo de México, con los desechos de una industria química próxima, que contenían óxidos de cromo, las personas absorbían el cromo vía digestiva, cutánea y respiratoria, hubo casos de llagas en la piel, perforaciones del tabique nasal y cáncer de pulmón, finalmente se quitó la capa superficial que contenía cromo y trasladar la industria a otro lugar.

La exposición prolongada a altas concentraciones de cromo, vía aérea, produce efectos crónicos en los pulmones, hígado, riñones, sistema circulatorio y el aparato gastrointestinal, a concentraciones de 2 microgramos/m³ de cromo hexavalente, se han podido detectar efectos moderados en el aparato respiratorio.

En el siguiente gráfico, ilustramos las principales actividades industriales del cromo.



Cadmio. (Cd)

El cadmio, tiene sus principales aplicaciones en las áreas de la industria de la electroquímica de los baños de galvanizado, en aleaciones, baterías especiales, procesos de fundición y refinación de zinc y otros metales, también es utilizado en joyería, electroplateado, reactores nucleares, pigmentos, PVC,

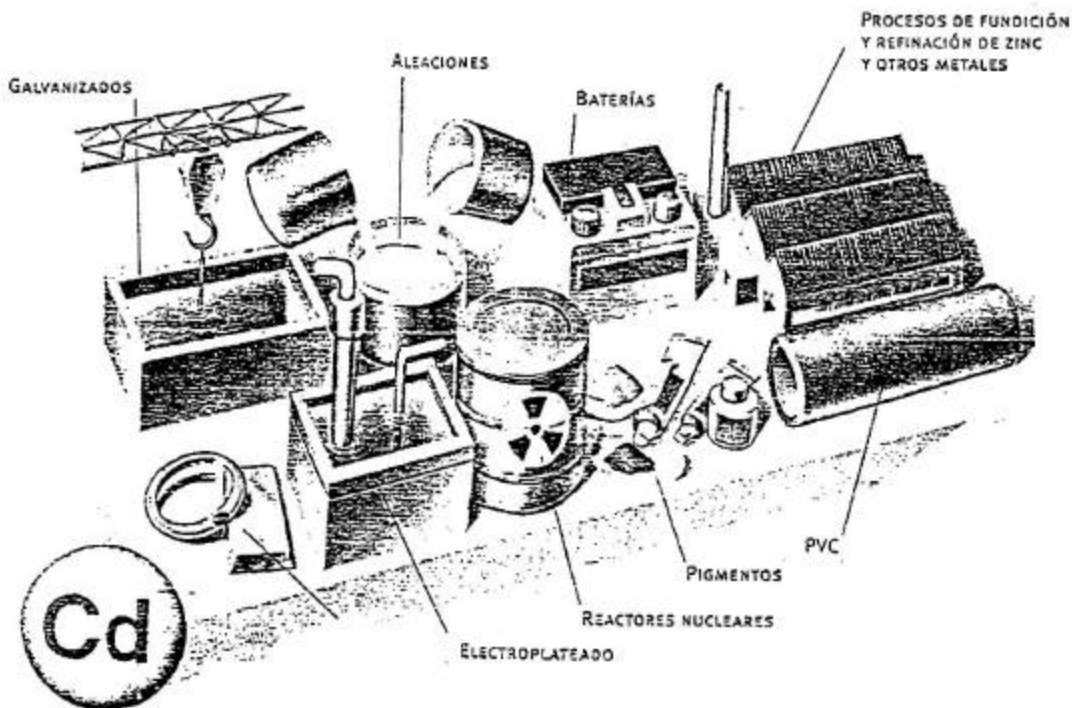
En nuestro medio, la probable contaminación ambiental del cadmio, es probable, que se deba, a la industria de recubrimientos de electroquímica, donde las pozas de baños, con soluciones de cadmio, están expuestas, al ambiente, y evaporaciones progresivas, propician, la suspensión del cadmio en el aire ambiental.

El cadmio es considerado uno de los elementos mas tóxicos, porque se acumula en los seres vivos de manera permanente, en el suelo el cadmio tiende a disolverse y se incorpora a las cadenas tróficas a través de los microbios, las plantas lo asimilan con facilidad y lo acumulan en sus tejidos, en especial en las raíces y los bulbos. A nivel humano ,las personas lo absorben a través de los alimentos , o por inhalación, acumulándose en los alvéolos pulmonares.

En los ambientes urbanos, se calcula que se ingiere entre 15 a 75 microgramos de cadmio al día, el porcentaje de cadmio absorbido ,por ingestión es del 6%.En los fumadores la ingesta de cadmio aumenta, ya que existe del 1 al 2,3% de cadmio/cigarro, en sujetos no expuestos ocupacionalmente, el nivel medio del cadmio sanguíneo es para los no fumadores la cantidad de 4,6 microgramos de cadmio en 100 ml de sangre y el nivel para los fumadores es de 6,6 microgramos de cadmio por 100 ml de sangre.

En las autopistas, se ha encontrado que el cadmio se acumula, en la corteza renal, con valores que van de cero en los recién nacidos, hasta 30-70 microgramos/gramo de tejido en adultos mayores de 50 años.

El siguiente gráfico ,ilustra las actividades industriales mas representativas, contaminantes de cadmio.



Dióxido de azufre. (SO₂)

Se calcula, que mas del 60% de los óxidos de azufre, que se emiten a la atmósfera, provienen de la combustión del carbón de las centrales de energía, existen diversos métodos para eliminar el azufre del carbón, algunos son previos a la combustión, otra fuente de azufre, son las refinerías de mineral sulfurado, a través de los ductos de evacuación, en nuestro país ese problema se hizo latente, en las zonas de la Oroya, donde las cantidades de azufre, contaminaban, la atmósfera, pero el ciclo no culminaba allí, sino que las precipitaciones de lluvia, se convertían en ácidas, la alternativa es producir ácido sulfúrico uno de ellos es el que se muestra en el siguiente esquema extraído de la Enciclopedia de Ecología del Diario "El Comercio" Pagina 44 año 1997

El dióxido de azufre, Al ser inhalado, provoca una broncoconstricción transitoria, en el tracto respiratorio superior, la acción del dióxido de azufre se potencia, con las otras partículas atmosféricas, aumentando la toxicidad, el aumento de la concentración del SO_2 encima de los niveles permisibles, pueden provocar alteraciones respiratorias, cuadro que se agrava cuando las personas sufren de procesos asmáticos.

Otro de los efectos del dióxido de azufre, en la atmósfera, es que genera, un ambiente corrosivo para los materiales metálicos, pero la acción del azufre, aumenta, cuando este se transforma en lluvia, ácida, ya que el pH ácido, provoca la posibilidad de infecciones.

En el Perú, las zonas urbanas, son vulnerables a la acción del azufre, en su forma de SO_2 , siendo el origen de las emisiones de azufre, los vehículos petroleros, es decir, aquellos que son impulsados por petróleo Diesel 2, el 90% del parque automotriz de vehículos de transporte masivo, son petroleros, la situación se agrava, porque miles de micros y buses que circulan en Lima, son vehículos de desecho, y sus mecanismo de combustión no son eficientes.

Oxidos de nitrógeno (NO)_x

Las fuentes de emisión de óxidos de nitrógeno, son, los motores de combustión interna, los aviones, los hornos, el uso excesivo de fertilizantes, los incendios en bosques, instalaciones industriales, estos óxidos nitrogenados, son una de las causas del smog de las ciudades.

El problema de los óxidos de nitrógeno, atmosféricos, presentan un fenómeno parecido, al azufre, ya que los óxidos nitrogenados reaccionan, con la humedad y precipitaciones de lluvia, para formar,

lluvias ácidas nitrogenadas, de efectos químicos similares a la lluvia ácida de azufre.

Estudios experimentales en seres humanos, demuestran que la exposición a concentraciones entre 1300 y 1800 microgramos/m³ de NO₂, durante diez minutos, provoca en personas sanas dificultad para respirar, en tanto que en personas asmáticas, la exposición a 940 microgramos/m³ de NO₂ aumenta la sensibilidad a los irritantes.

La fórmula general de los óxidos de nitrógeno son de dos tipos, o sea que "X" puede ser uno y formar el NO y cuando es dos, general el NO₂

El siguiente esquema, explica los ciclos del azufre y nitrógeno, en la atmósfera.

Amoníaco (NH₃)

Formado, básicamente por compuestos nitrogenados, utilizados en la agricultura, los compuestos más característicos, son la urea y el nitrato de amonio, que son utilizados como fertilizantes, la ganadería también es generadora de nitrógeno, por medio de los restos fecales y orina del ganado vacuno, equino, ovino y porcino,

Los efectos irritantes del amoníaco, afectan al tracto respiratorio alto y cuando se halla en grandes concentraciones, afecta al sistema nervioso central, produciendo espasmos, concentraciones superiores a 100,000 microgramos/m³, provocan irritaciones del tracto respiratorio.

Hidrógeno sulfurado (H₂S)

El hidrógeno sulfurado o ácido sulfídrico, es un gas, de olor parecido al huevo podrido, y es muy corrosivo, es un enemigo de los oleoductos y de

las refinerías de petróleo, por ser muy corrosivo, es muy activo y ataca a los metales.

A bajas concentraciones al sulfuro de hidrógeno, ejerce una acción irritante sobre los ojos y sobre el aparato respiratorio, aún a bajas concentraciones este gas, es fácilmente detectado por su fétido olor, pero exposiciones continuas, hacen que el olfato humano se acostumbre y no se percate de su presencia, el sulfuro de hidrógeno al ingresar al organismo, vía respiratoria se oxida, para formar compuestos de menor toxicidad, no existen fenómenos acumulativos y la eliminación se realiza a través de los intestinos y de la orina.

6.2. El ciclo geoquímico del plomo en la atmósfera.

El ciclo del plomo en el campo geoquímico, incluye las fuentes naturales y artificiales, el destino del metal en la biósfera una vez modificado por factores naturales y artificiales, solo se incluyen las actividades humanas.

El plomo atraviesa el medio ambiente, pasando las fuentes en las que se encuentra concentrado, depósitos metálicos, el lugar donde se hallan todos los metales en trazas, en los sedimentos de los océanos actuales y puede resultar 10,000 veces más diluido, dependiendo de las zonas geográficas.

En el ciclo del plomo, no es factible, efectuar las operaciones de equilibrio de masa del metal en la litósfera, porque el flujo de retorno es nulo respecto al flujo del metal en los yacimientos, y al factor este factor, el principio de balance de materia no se cumple y se imposibilitan los cálculos.

El metal pasa de la litosfera a los sedimentos marinos actuales, que pueden en teoría volver a diagenizar y metafosearse, participando en nuevos procesos de la tierra y la minería., propiciándose de esta manera el ciclo.

En la práctica ,si se asume que el proceso de reconcentración pueda ocurrir en medida limitada, lleva un determinado tiempo en escala geológica, y por esto en el futuro el hombre no podrá contar con el reciclado natural de este elemento químico ,lo que va a determinar el definitivo carácter no reciclable del plomo ,de forma que la actividad humana en sus diferentes fases ,dramáticamente lo esta agotando.

En el presente esquema se ilustra en forma cuantitativa, el ciclo geoquímico, por las que atraviesa el plomo.

6.3. El plomo en el aire.

Las cantidades de plomo, se distribuyen en el aire atmosférico en las siguientes maneras:

6.3.1. Plomo atmosférico natural.

La cantidad de plomo de fuentes naturales en la atmósfera, es pequeña, los valores indican concentraciones del orden de $0,0005 \text{ ug/m}^3$, y esta cantidad es relativamente baja cuando se compare con otros niveles.

Una fuente importante de plomo en el aire de áreas mineralizadas es la transpiración de la vegetación, algunos metales como el zinc, cobre y plomo están el vapor de la vegetación ,la cantidad de plomo condensado de la transpiración es de 1 a 2 ppb ,pero la transpiración en áreas no mineralizadas es mucho menor.

Una pequeña cantidad de plomo se desprende al desactivarse los radioisótopos, emanaciones volcánicas, por ejemplo en zonas volcánicas activas como en Italia y Hawai , se detectan niveles considerable de plomo.

Debido a la extensión del contaminación del aire por el hombre son difíciles obtener datos sobre los niveles naturales del plomo en la atmósfera ,en áreas del mundo no contaminadas las concentraciones medias del plomo son menores de $0,01 \text{ ug/m}^3$, una concentración media del plomo es de $0,019 \text{ ug/m}^3$., pero las condiciones climatéricas hacen que estos datos se modifiquen.

6.3.2. Contaminación del aire por el plomo.

La cantidad de plomo ingerida por los alimentos y el agua es mayor que la inspirada por el aire urbano, pero la inhalación de aire ambiental es mas fácilmente absorbido, y por tanto es mas peligroso.

Altos niveles de plomo en el aire producen altas concentraciones de plomo en la sangre y el resto del cuerpo. Las diferencias de concentración de plomo en el aire varían de acuerdo a los países y varían de 2,5, ppb en Nueva York , hasta 0,01 (Groenlandia) ,unidades expresadas en ug/m^3 .

El incremento de la concentración de plomo en el aire se demuestra ,estudiando las capas de hielo anual en estaciones situadas al norte de Groenlandia ,estos niveles han evolucionado cronológicamente así:

0,0005 ug/Kg., 800 años A.C.

0,01 ug/Kg. en el año 1750.

0,07 ug/Kg. en 1940.

2,5, ug/Kg. en 1965.

Los contenidos de hielo en el Antártico son mucho menores, debido a que su uso es menor en el hemisferio Sur que en el Norte, esta brinda un razonamiento, de que la producción industrial del hemisferio norte es mucho mayor que la del Sur. El tiempo de permanencia del plomo en el aire es de 1 a 4 semanas, dependiendo del tamaño de partículas con las que se asocia, al conocer el tamaño de la partícula, se pueden calcular las velocidades de desplazamiento del plomo.

La principal fuente de contaminación de plomo aéreo es por contaminación de los combustibles, de gasolina, otra fuente de contaminación es la dispersión de las cenizas dispersadas originadas por la combustión del carbón, las cenizas pueden contener hasta 50 ppm y el rango promedio varía de 30 a 200 ppm.

Otra fuente atmosférica es la que procede del molido y fundiciones que laboran con plomo, en zonas donde se procesan plomos de concentración de plomo y su refinación, la contaminación del agua y los vegetales aumentan y luego los habitantes de esas zonas absorben plomo.

Los cigarrillos son otra fuente de contaminación de aire por plomo, y aunque la mayor parte del plomo queda en la ceniza, se ingieren en el humo 20 ug por paquete, se ha calculado que los fumadores de áreas urbanas tienen 1,24 veces más plomo que los no fumadores.

6.3.3. El plomo en las carreteras.

Los automóviles que circulan con gasolina, usando como antidetonante plomo tetraetílico, han contribuido enormemente a la contaminación ambiental por plomo.

Desde años este insumo orgánico ya no se usan en los países desarrollados y solo unos pocos países del tercer mundo incluidos el nuestro aún incluye este aditivo en gasolinas, el proceso de eliminación del plomo tetraetílico es que una cantidad se elimina por la evaporación del combustible, y otra cantidad pasa por el motor sin quemarse, la mayor parte del plomo emitido es expulsado como compuestos inorgánicos, la serie de reacciones químicas que producen los aditivos de las gasolinas durante la emisión a compuestos diferentes del plomo en los gases de salida de los vehículos automotrices.

Los compuestos que contienen halógenos se forman debido a la presencia de expansionistas químicos, que se añaden al líquido antidetonante de la gasolina., los aditivos pueden transformarse en el motor como resultado de la combustión de los agentes antidetonantes, también con los aditivos se forman compuestos que están en estado gaseoso a la temperatura de funcionamiento del motor y pueden expulsarse como gases en el tubo de escape.

Como aditivos usados están el dibromoetileno y dicloroetileno, un típico aditivo mixto para gasolina contiene 62% de plomo tetraetílico, 18% de dicloroetano y 2% de otras sustancias.

De los compuestos halogenados usados en estos aditivos, el más peligroso con una gran dosis mortal, están los derivados del bromo, ya está comprobado que la ingestión por cualquier vía orgánica, a mediano o largo plazo, genera células neoplásicas, en diversos sistemas del organismo humano.

El problema de los compuestos clorados es que estos en la atmósfera, pueden producir un tipo de lluvia con un pH bajo, y que alteran los suelos, mares y fuentes de aguas, la fauna y la flora también se perjudican.

A continuación se expone una tabla de compuestos de plomo en los gases expulsados por los automóviles.

Compuestos de plomo expulsados por los automoviles

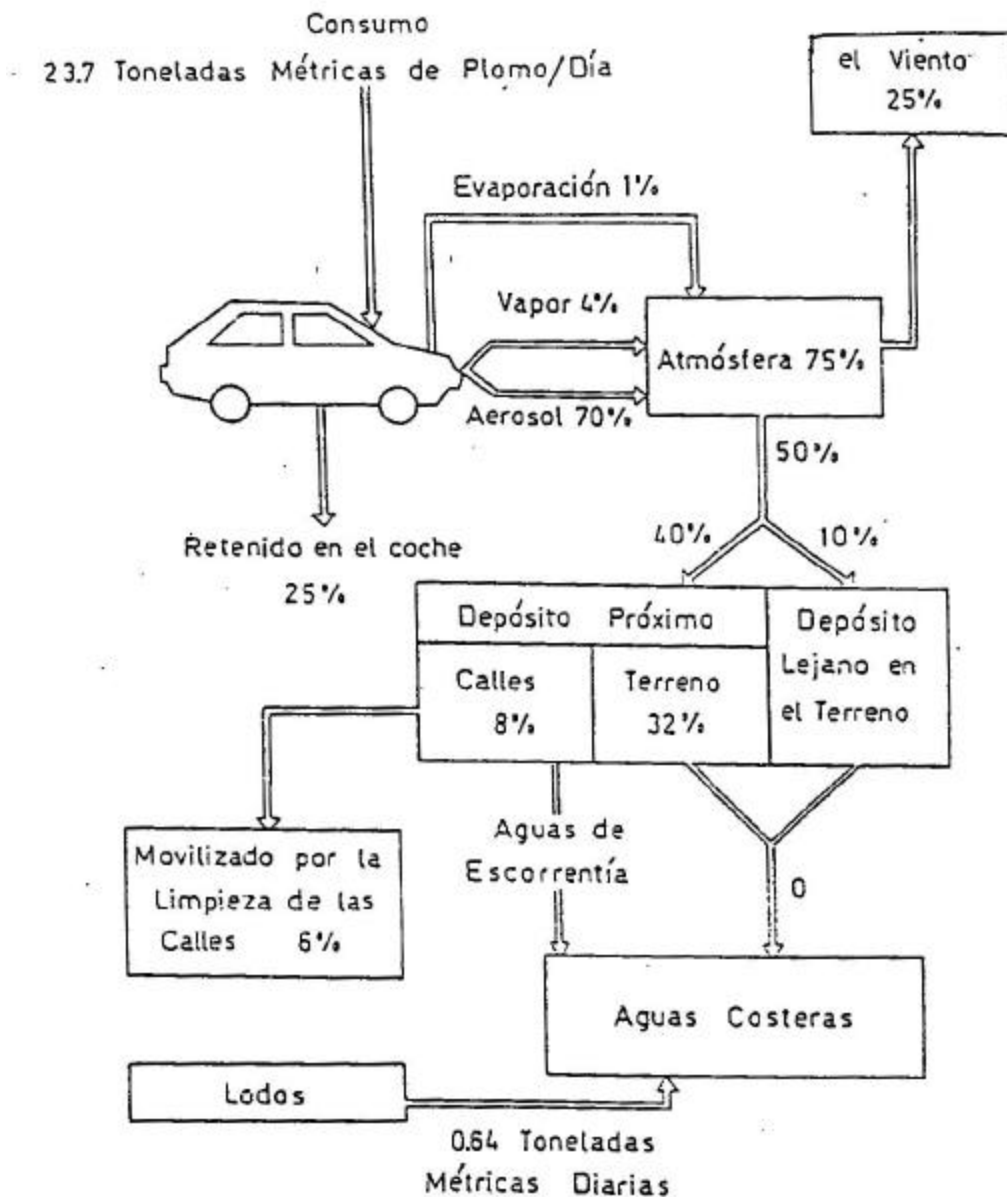
Compuesto de plomo	%de partículas de plomo	
	Tiempo cero	Después de 18 horas
PbBrCl	32,0	12,0
PbBrCl.2PbO	31,4	1,6
PbCl ₂	10,7	8,3
Pb(OH)Cl	7,7	7,2
PbBr ₂	5,5	0,3
PbCl ₂ .2PbO	5,2	5,6
Pb(OH)Br	2,2	0,1
PbO _x	2,2	21,2
PbCO ₃	1,2	13,8
PbBr ₂ .2PbO	1,1	0,1
PbCO ₃ .2PbO	1,0	29,6

Referencia. "El plomo efectos" por Adela Bermejo B-Ed. Villena-Madrid-1982

Obsérvese la cantidad de cloro y bromo que empobrecen, el aire atmosférico ,cuando estos se descomponen ,si se suman los efectos tóxicos del plomo ,cloro

y bromo, los efectos negativos en los diferentes ciclos biológicos , serán de efecto negativo , tanto el plomo por su efecto acumulativo ,como por la solubilidad del cloro y del bromo.

En el siguiente esquema se muestra un ejemplo de emisión de plomo de automóviles en Los Angeles.



- Emisión de plomo de los automóviles en la Cuenca de Los Angeles (EE. UU.).

Ref. "Plomo efectos" –Adela Bermejo B. Ed. Villena-Madrid-1982

6.3.4. Dispersión del plomo en el aire.

Los aerosoles de plomo se dispersan rápidamente por difusión turbulenta y disipación en procesos de deposición, la deposición en carreteras,

puede estar afectada por sedimentación ,que es significativa para partículas de 5 a 10 μ m de diámetro.

La velocidad de deposición es función de la velocidad de emisión, y que a su vez es función del tamaño de las partículas y su concentración atmosférica , y ambas decrecen en forma logarítmica frente a la distancia de la carretera. Esta velocidad (deposición) muestra una rápida disminución frente a una corta distancia y esto se deduce de las concentraciones del plomo en el suelo y vegetación que son indistinguibles del fondo local a 30 metros..

Una consecuencia del tamaño de partícula (submicro) de los aerosoles del plomo es que una parte significativa ,permanece largo tiempo en el aire, esta proporción varia del 40 al 50%.

Otra consideración es que 45% del plomo dispersado permanece en el aire a unos 10 Km. de la fuente original, dependiendo este factor de la velocidad del aire y corrientes imprevistas.

El tiempo de vida medio de los aerosoles de plomo varia de acuerdo a factores como el clima y tiempo de permanencia en la baja troposfera. El tiempo de permanencia en la troposfera varia entre 1 y 7 días, llevando el aerosol a varios kilómetros de distancia ,el plomo emitido por los vehículos se dispersa como un fino aerosol y contribuye a elevar los niveles de plomo en la atmósfera en lugares lejanos a la fuente de emisión.

6.4. Selección de las zonas mas contaminadas de Talara

Talara es una provincia que pertenece al departamento de Piura, y es una ciudad que desde el siglo pasado entro en auge por la explotación de los numerosos pozos petrolíferos, que le fueron entregados en concesión a la International Petroleum Company o IPC de capitales americanos y con fuerte influencia de la familia estadounidense Rockefeller.

Al empezar la perforación y extracción de petróleo se hizo necesaria la implementación de una refinería de petróleo, con la que se debía producir gasolinas, kerosene y petróleo diesel como sus principales productos, es de resaltar que el petróleo que por años se extrajo del subsuelo de Talara era muy rico y cotizado en el mercado internacional por su escaso contenido de azufre, en el año de 1968, el General Velasco dispuso la nacionalización de la IPC, y decidió ingresar al campo de la petroquímica con la implementación de plantas de solventes, fertilizantes y negro de humo, Talara tenia casi como actividad exclusiva la industria del petróleo y la mayor parte de sus habitantes dependían de esta actividad, no existen recursos mineros como cobre, fierro, plata, oro, plomo, etc.

Con la ampliación de la refinería se amplio la capacidad de producción de las gasolinas y por lo tanto también aumento el consumo del aditivo basándose en plomo tetraetílico.

Talara era una ciudad relativamente limpia desde el punto de vista ambiental, pero poco a poco la densidad demográfica aumentó, y el parque automotor se incrementó, los microbuses, autos y taximotos empezaron a formar parte del paisaje habitual de Talara, tomando como referencias lo antedicho, es que decidimos seleccionar a la planta de Talara como base para el muestreo selectivo, se escogió a la puerta principal, la zona posterior.

Se opto por escoger estas zonas, porque la planta de tratamiento de petróleo es la que manipula el plomo tetraetílico, para usarlo como aditivo en

los volúmenes de gasolina de 84 octanos y porque la política ambiental de PETROPERU, ha tomado como norma el muestreo periódico de los sectores mas representativos de la planta

6.4.1 Características las zonas de muestreo:.

a.- Entrada de ventas (ver pagina 90)

b.-Avenida D y E, Mártires del Petróleo (plano en la pagina 90)

Este sector esta localizado en el interior de la refinería de Talara, y tiene una cancha amplia para el parqueo y desplazamiento de los camiones, sus arterias de desplazamiento están demarcadas ,para evitar congestiones y colisiones, como el flujo de transito es intenso se deben tomar precauciones, los dispositivos de seguridad son severos y se cumplen estrictamente sobre todo con la manipulación de agentes ignitores, como en esta zona se alimenta de combustible automotriz y domestico a las unidades vehiculares, existe el peligro de pequeñas fugas de gasolina, que puedan provocar saturaciones de hidrocarburo, pero también del antidetonante que en esta fase ya ha sido dosificado a la gasolina de 84 octanos.

El flujo de cisternas varia de 100 a 150 unidades diarias y las capacidades de los camiones también es variable. Una ventaja de la refinería es que con frecuencia se generan corrientes de aire que funcionan como una especie de detergente para desplazar emanaciones de compuestos volátiles y de naturaleza oleosa.

La avenida C es una de las principales de Talara, desde el punto de vista de rodamiento de vehículos automotrices, tiene 500 metros de recorrido aproximadamente, y desde las 06,00 hasta las 23,00 horas como promedio, diferentes unidades vehiculares como automóviles, camiones, trailers y los llamados mototaxis y microbuses se desplazan regularmente, como casi

todas las unidades automotrices son adquiridos de segunda mano, los sistemas de combustión por lo general vienen con deficiencias ,por lo que la combustión no se realiza en condiciones ideales, con frecuencia se observan densas masas de humo procedentes de los vehículos petroleros, los microbuses, taxis y mototaxis son impulsados generalmente con gasolina de 84 octanos lo que podría convertirse en un peligro potencial para el futuro.

6.5. Características de Talara

Talara esta ubicada el norte del país, políticamente pertenece a Piura y esta unida a Lima por la carretera Panamericana Norte en un recorrido regular de 1185 Km. de pista asfaltada y su principal actividad es la vinculada con la extracción de petróleo, gas natural y la refinación de hidrocarburos a cargo de la refinería de Talara, que a su vez pertenece a PETROPERU, la refinería funciona desde principios del siglo pasado , la International Petroleum Company era la concesionaria hasta que en 1969 el gobierno del general Velasco Alvarado la nacionalizó , en la actualidad tiene una capacidad de 62 MBD siendo la segunda refinería en el ámbito nacional.

El área de la refinería es de 129 hectáreas siendo sus limites:

- Parte norte, con la bahía de Talara.
- Parte sur, con el área residencial de Punta Arenas.
- Por el Oeste, con la playa Punta Arenas.
- Por el este, con la ciudad de Talara.

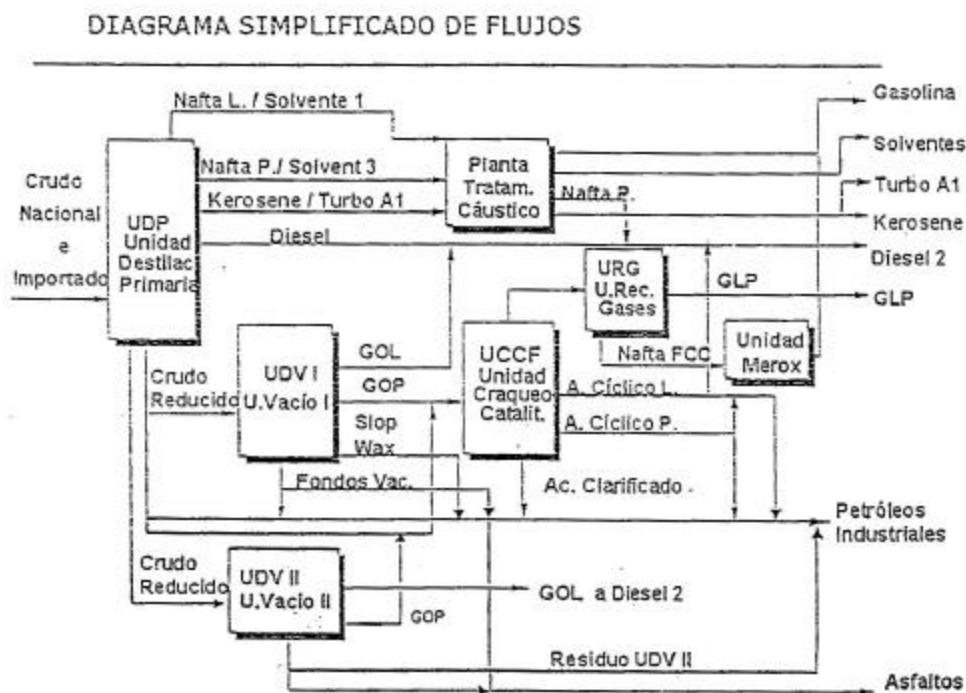
En la franja occidental, distribuida en la dirección sur- norte se hallan las principales unidades de proceso: el Complejo de Craqueo catalítico, la Unidad de Destilación Primaria, Servicios Industriales y la Unidad de Vacío II, en la zona norte se localiza la planta de agitadores y el edificio de la ex Planta Eléctrica de Talara.

En la bahía de Talara se encuentra el amarradero No 1, empleado para carga y descarga de multiproductos, desde GLP hasta residuales, incluyendo productos químicos como el plomo tetraetílico,

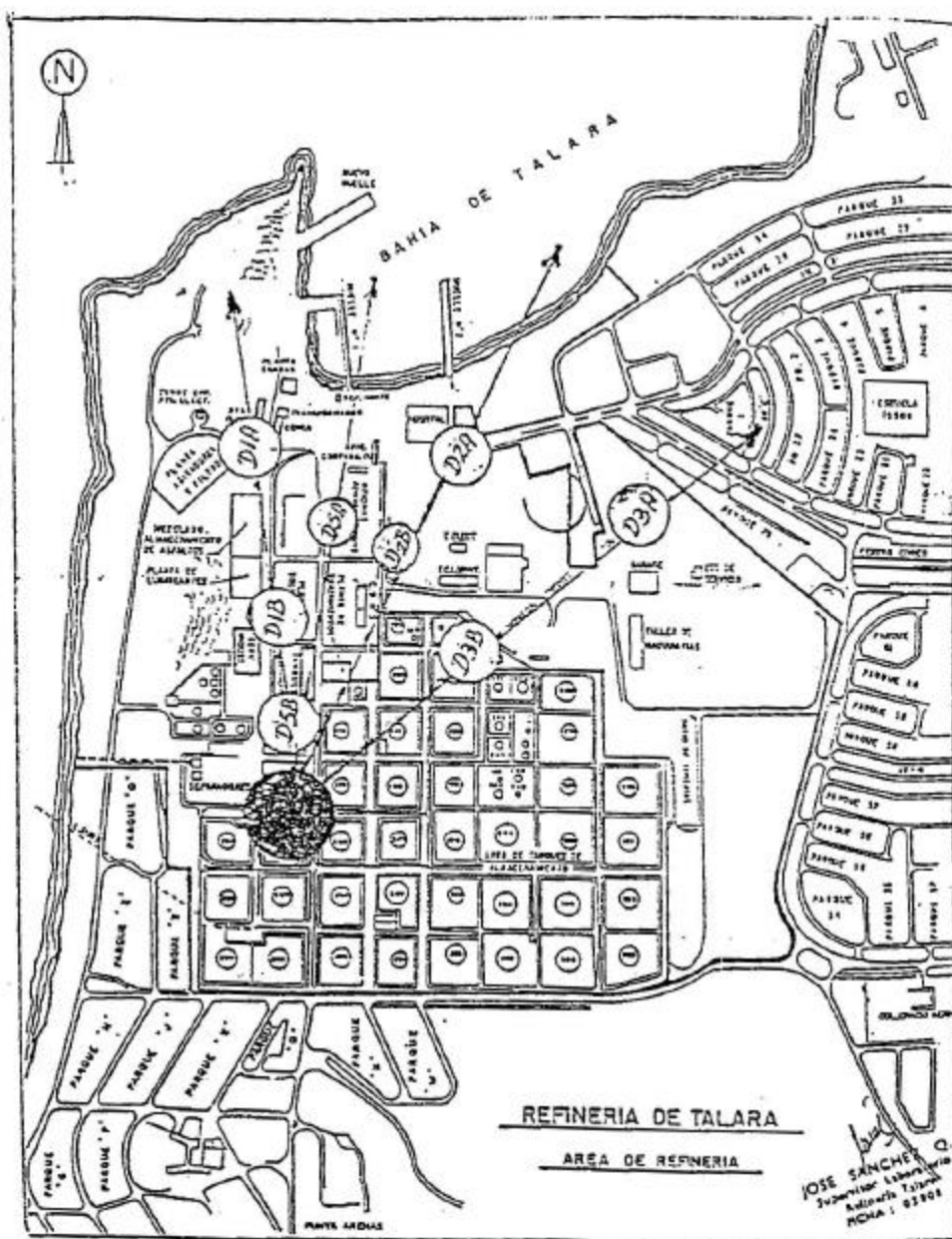
La refinería cuenta además con un embarcadero de líneas submarinas en la zona sur, la que se emplea para el despacho de petróleo industrial No 6 para el mercado de exportación y descarga de productos foráneos. Para la atención del mercado regional, la Refinería cuenta con las plantas de ventas de Talara y Piura, el despacho de productos especiales como asfaltos y solventes se realiza exclusivamente en refinería

Las principales unidades de proceso son: Unidad de destilación primaria, complejo de craqueo catalítico, unidad de vacío II, planta de agitadores, planta de destilación de agua de mar, sistema de residuos industriales, tratamiento de crudos

El siguiente esquema es el diagrama simplificado de flujos de la refinería:



El presente plano nos señala ,el esquema de la refinería de Talara y su zona de influencia.



LEYENDA : FUENTE DE EMISION.
 D1A CONCA (EXPTA. ELECTRICA) D3A PORTON No.5
 D1B EXPTA. SOLVENTES. D3B DIENTA DE OTILO
 D2A PORTON No.1. D5A TECHO LABORATORIO (EDIFICIO)
 D3A TECHO ALMACEN LOR D5B DTO. UDD

6.6. Especificaciones del equipo muestreador de plomo ambiental.

6.6.1. Aparato.

El equipo muestreador, es un monitor de atenuación Beta Graseby-Anderson y de procedencia USA y esta compuesto por cuatro componentes principales:

- a. La entrada de aire.
- b. El instrumento central
- c. Bomba de vacío
- d. Laminas de calibración.

a. Entrada de aire.

La entrada de aire tiene un ensamble superior e inferior, el ensamble superior esta hecha de planta superior, deflector, y dispone de un cedazo que evita la presencia de los insectos, la plancha inferior es el deflector de lluvia. El ensamble inferior esta hecho de un unidad recolectora de partículas, tubos de venteo y jarra de recolección de agua, la entrada de aire separa partículas menores de 10 micrones, para pasar dentro del sistema de medición para detección.

b. Instrumento Central.

Esta parte del equipo, incorpora el mecanismo de filtro con cinta, junto con la cámara de medición del instrumento central esta montado en un panel, el cual es colocado en un modulo deslizante de 19 pulgadas. La pantalla y el teclado de control están ubicados en la esquina superior derecha del panel.

El circuito electrónico completo, con la excepción de la pantalla y la probeta de medición continua tipo flujo, esta ubicado en dos cartuchos, el cartucho detrás de la pantalla contiene, cinco ubicaciones de enchufe y están

incluidos la unidad de procesamiento principal , las entradas y salidas análogas, el bit de entrada y salida.

El segundo cartucho contiene, el generador de alto voltaje para las cámaras de ionización y un módulo para la actuación de los componentes operados en la línea de voltaje ,el transformador de corriente y voltaje y el aislamiento potencial para las dos salidas análogas es de 20 miliamperios y están ubicados en la tarjeta mas distante.

La probeta de medición continua tipo flujo, esta montada en una plancha de base entre la cámara de medición y un enchufe de bomba.

La parte frontal del modulo esta sellada con una cubierta fácilmente desmontable, removiendo la cubierta se expone la cámara de medición y el sistema de avance del filtro y también los controles de operación, otros controles de operación, como las conexiones de entrada están ubicados en la parte posterior del instrumento, el corrector para la entrada esta ubicado en la parte superior del instrumento.

El elemento de medición esta hecho de un sistema de filtración, con un mecanismo de medición, los detalles de estos componentes a continuación:

b-1. Sistema de filtración

El muestreador succiona aire ambiental, desde la entrada de aire y tubo de venteo a través del filtro de fibra de vidrio, depositando partículas de polvo en el filtro, este sistema esta hecho de dos ruedas de filtro, la rueda izquierda soporta el anillo del filtro limpio y el carrete derecho recibe el filtro que ha sido pasado a través de una corriente de polvo y aire, la rueda izquierda carga los filtros en cinta ,si por si acaso la acumulación de la

masa excede cierto límite o si la presión o velocidad de flujo cambia a intervalos de tiempo el aparato tiene un dispositivo electrónico regulador .Las partículas recolectadas en el filtro son medidos para determinar la cantidad de partículas en el aire ambiental.

b-2. Mecanismo de medición de partículas

Este mecanismo se compone de: .

Fuente de radiación.

Cámara de medición

Cámara de compensación.

La fuente de radiación esta en una cápsula, la cámara de medición esta ubicada encima de la fuente de radiación y esta separada de la fuente de radiación por la cinta filtro, la cámara de compensación, esta al lado de la fuente de radiación y esta separado de esta por una lamina que absorbe la radiación ,en la misma forma que el filtro.

Durante las operaciones, la fuente de radiación enfoca sus heces hacia la cámara de medición y compensación , la diferencia en la medición indica la masa de partículas sólidas recolectadas .

c. Bomba de vacío.

La bomba de vacío esta conectada al monitor por un cable y manguera de aire, cuando el monitor esta en operación, la bomba succiona continuamente 1 m³/hora de aire ambiental a través del monitor. La bomba tiene una construcción de paleta rotatoria , la bomba tiene filtros de protección ,para impedir el ingreso de cuerpos extraños.

d. Laminas de calibración.

Cada muestreador viene con un juego de laminas de calibración, durante el mantenimiento periódico de la maquina, estas laminas son usadas para recalibrar el equipo, las laminas están diseñadas para deflectar un cierto porcentaje de haz de rayos del muestreador.

Por lo general estos equipos son manipulados por personas expertas y preparadas en monitoreo, las que deben tener conocimientos de mecánica y electrónica, como son sensibles estos monitores, se debe calibrar, minuciosamente para evitar resultados que no sean reales.

Los resultados pueden distorsionarse si no se ajustan bien los siguientes parámetros:

- .- Fallas en el sistema del caudal del aire.
- .- Fallas en el flujometro.
- .- Balanza analítica descalibrada.
- .- Errores en las pesadas del filtro.
- .- Filtros contaminados
- .- Hidratación del papel filtro ,por incorrecto almacenaje.
- .- Lluvias y vientos durante la toma de muestras.
- .- Toma de muestras con tiempo deficitario.

Los equipos mas sensibles tienen su margen de error ,si su parte mecánica - electrónica no están bien equilibrada o si el mantenimiento es deficitario.

La siguiente vista muestra un esquema del equipo monitor de aire ambiental con el autor de la monografía

6.7. Toma de muestras

6.7.1. Toma de muestras ambientales.

Como se expuso, en el ítem de las características año 2003 , el muestreo se llevó a cabo por quince días, el tiempo de cada muestreo se considero de 24 horas ,y se escogió este mes tomando en cuenta que este mes es caluroso, no hay lluvias ni correntadas de vientos.

La toma de muestras se ha realizado en las zonas adyacentes a la refinería y es un sector donde hay mucha corriente de aire, casi todo el año.

6.7.2. Toma de muestras por el monitor

La acción de toma de muestras es realizada por el monitor, una vez que se ha instalado el equipo ,el operador una vez que ha calibrado el monitor, lo programa para 24 horas y los pasos del monitor son:

1. El aire ambiental es pasado por el cabezal de entrada, a una velocidad de 16.7 litros / minuto, el aire con las partículas se dirige al muestreador.
2. El aire es pasado por el filtro de cinta de fibra de vidrio y las partículas de polvo son depositadas en el papel de filtro.
3. Un haz de emisión desde una fuente externa, que apunta al papel de filtro y al polvo depositado.
4. Como las partículas se acumulan en el filtro, su masa es continuamente medido por el mecanismo de rayos beta, midiendo la acumulación de partículas en el filtro.
5. Los cambios de presión ,temperatura o humedad pueden afectar la precisión de las medidas primarias, pero el monitor tiene un dispositivo, que realiza una segunda medida y si hay algún problema lo rectifica.

6-. Al cabo de 24 horas, el equipo automáticamente se detiene y el operador con las manos enguantadas, corta el papel filtro y lo deposita en un estuche ,limpio , para luego ser trasladado al laboratorio donde se le dará el tratamiento químico , para posteriormente determinar el plomo ambiental.

VII. DETERMINACION DE PLOMO AMBIENTAL.

7.1. Métodos para determinar el plomo.

Existen y se conocen varias técnicas de determinación cuantitativa de plomo, enumeramos las mas conocidas:

- a. Por fotolorimetria
- b. Por espectrofotometria ultravioleta . visible.
- c. Fluorescencia por rayos X.
- d. Microscopia electrónica de barrido
- e. Polarografía.
- f. Espectrometría atómica

7.2. Método seleccionado.

Como las normas internacionales y nacionales recomiendan determinar el plomo ,por espectrofotometria de espectrometría atómica, la determinación de plomo de nuestra monografía, utilizó la técnica instrumental de espectrometría de emisión por plasma inducido , procedimiento que ofrece las siguientes ventajas.:

- .- Se disponen de equipos en el medio nacional de laboratorios.
- .- El costo de lectura es cómodo, aproximadamente 5 dólares USA por lectura.
- .- No existen interferencias químicas en la determinación de plomo, que puedan enmascarar a otros elementos químicos o disminuir la concentración del plomo.
- .- Este metal se lee con mucha facilidad en el equipo a diferencia de otros metales como al bario y metaloides como el arsénico y antimonio.
- .- Las lecturas por elemento son rápidas y el resultado es reportado de inmediato, ya no es necesario recurrir a los gráficos.

.- Tiene la ventaja sobre el horno de grafito y generador de hidruros que su tiempo de lectura es mas rápido, de menor costo y su espectro de lecturas es mucho mayor.

La ICP o método de plasma inducido es un análisis espectral por emisión y es un método que utiliza plasma de alta frecuencia, su principio es similar al análisis con arco o chispa cuando se usa luz como fuente.

En el análisis por emisión espectral se proporciona energía térmica a la muestra ,de tal forma que la muestra emite luz, la luz radiada es dividida en líneas espectrales de acuerdo a los elementos que se desea medir.

Los elementos que contienen la muestra problema son analizados y expresados cualitativa y cuantitativamente por el principio de la existencia e intensidad de las líneas espectrales.

Los principios de análisis por emisión espectral se sustenta en que el átomo consiste de un núcleo y electrones, que se mueven alrededor de la orbita del núcleo, si cualquier energía externa se proporciona al átomo, el electrón del orbital absorbe energía y se mueve de su estado básico a la orbita de mayor nivel de energía (E2), los electrones se mueven de la orbita de menor nivel energético (E1) al de mayor nivel de energía (E1), la diferencia de energía es emitida como luz y se expresa en la siguiente ecuación:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hv \quad \text{donde } h = \text{constante de Planck}$$

$$v = \text{frecuencia de luz}$$

$$\lambda = c/v \quad c = \text{Velocidad de la luz } (3 \times 10^{10} \text{ cm/seg})$$

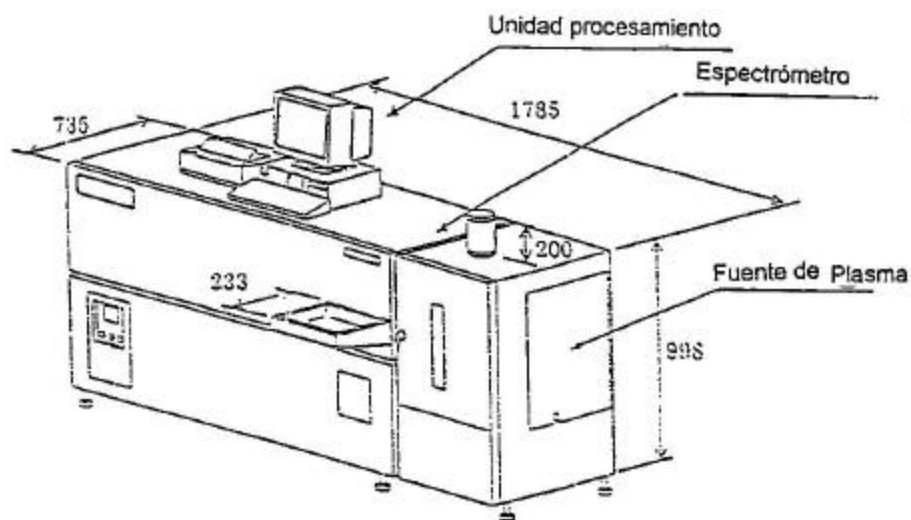
En el gráfico que se expone se resume el principio:

Catalogo shimatzu

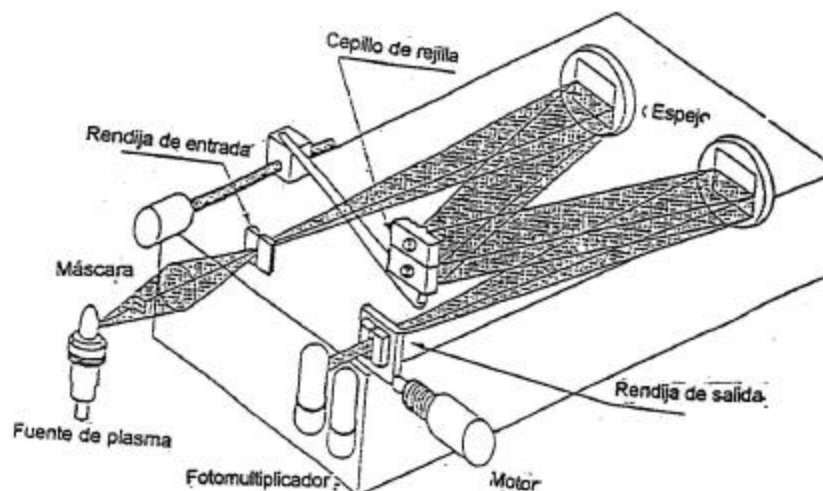
La palabra plasma en el campo físico es diferente a la acepción médica, en física plasma significa una región donde las cargas eléctricas de iones y electrones están balanceadas, también se interpreta al plasma como gases ionizados en el área central de emisión de una descarga de tubo al vacío.

En las siguientes vistas mostramos:

a. La configuración del equipo



b. Sistema óptico del espectrometro



7.3. Materiales de laboratorio.

- Un espectrofotometro de emisión atómica, marca SHIMATZU , de procedencia japonesa.
 - Una balanza analítica marca METTLER, con cinco decimales de sensibilidad y una capacidad de 160 gramos.
 - Una estufa eléctrica de precisión, con rango de temperatura de 10 a 200° C, marca MEMMMERT.
 - Una cocinilla eléctrica con termostato , de tres rangos de temperatura , marca THERMOLINE.
 - Un equipo desionizador de agua ,de intercambio iónico ácido - base , marca GFL.
 - Material de vidrio:
 - Beaker
 - Probetas
 - Fiolas volumétricas
 - Pipetas.
 - Gradillas.
 - Papel de filtro.
 - Envases de polietileno
 - Guantes.
- Reactivos químicos de tipo QP: Acido nítrico, nitrato de plomo, ácido clorhídrico.

7.4. Acondicionamiento químico de las muestras.

Lo que capta en el monitor son partículas suspendidas en la atmósfera, que no solo contiene plomo, sino que pueden adherirse otros cuerpos metálicos como el cromo, cadmio, hierro, hollín, etc. por lo que debe de atacarse el plomo, para llevarlo a solución, operación que se realiza siguiendo los siguientes pasos:

.- Del papel filtro, con las adherencias de materia suspendida, se cortan fragmentos de 3/4" x 8", usando una tijera limpia y previamente esterilizada en una estufa.

.- A continuación se dobla la tira por la mitad dos veces y se le coloca en un vaso de 150 ml de capacidad, con 15 ml de ácido nítrico 3M, el ácido debe cubrir la hoja ,y luego tapar el vaso con una luna de reloj. De 4" de diámetro.

.- Seguidamente colocar el vaso en la plancha caliente, la que debe calentar por tres horas, tomando la precaución de que la solución no se derrame, esta operación se lleva a cabo en una campana extractora, para que evacue los gases nitrosos.

.- Luego de las tres horas, el vaso con la solución problema se deja enfriar, una hora y se le trasvasa a otro vaso limpio, limpiando con agua destilada , las paredes del vaso.

.- Filtrar la solución, en el papel filtro quedan los cuerpos insolubles en ácido nítrico, pero en la solución ya esta el plomo en forma de sal.

.- la solución se lleva a frasquitos ambarinos de 10 ml de capacidad, una vez la solución en el envase, se cierra con la tapa de plástico a presión ,se rotula y se guarda para la lectura en el equipo de absorción atómica.

7.5. Lectura de las muestras.

7.5.1. Determinación de partículas impregnadas en el papel filtro, durante 24 horas

Sector área de comercialización o ventas

TABLA No 01

Día	Peso del filtro Limpio(W_i) (gs)	Peso del filtro final (W_f) (gs) (con impurezas)	$W_f - W_i$ (gs.)	Concentración de partículas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	4,36232	4,50487	0,14255	78,539
2	4,36231	4,51949	0,15718	86,600
3	4,36230	4,50490	0,14260	78,567
4	4,36230	4,50480	0,14250	78,512
5	4,36230	4,50488	0,14258	78,556
6	4,36233	4,50490	0,14257	78,550
7	4,36231	4,50489	0,14258	78,556
8	4,36233	4,50490	0,14257	78,550
9	4,36231	4,50486	0,14255	78,539
10	4,36231	4,50483	0,14252	78,523
11	4,36230	4,50483	0,14253	78,528
12	4,36232	4,50482	0,14250	78,512
13	4,36233	4,50503	0,14270	78,622
14	4,36230	4,50502	0,14272	78,633
15	4,36231	4,50491	0,14269	78,567
PROMEDIO				79,090

7.5.2. Determinación de plomo ambiental por emisión de plasma inducido, pero expresadas en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Puerta de Ventas.

TABLA No 02

Día	Intensidad (amperios) $\times 10^{-5}$	Microgramos $\mu \times 10^{-5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	58	1284	0,0508
3	60	1290	0,0511
5	57	1283	0,0507
7	78	1320	0,0523
9	64	1298	0,0511
11	69	1301	0,0515
13	76	1318	0,0519
15	77	1321	0,0523
17	68	1294	0,0511
19	63	1296	0,0511
21	66	1298	0,0511
23	58	1284	0,0507
25	71	1298	0,0510
27	88	1405	0,0555
29	65	1298	0,0511
PROMEDIO			0,0516

7.5.3. Determinación de partículas impregnadas en el papel filtro, durante 24 horas

Sector comprendido en la Avenida D, E y Mártires del petróleo

TABLA No 03

Día	Peso del filtro Limpio(W_i) (gs)	Peso del filtro final (W_f) (gs) (con impurezas)	$W_f - W_i$ (gs.)	Concentración de partículas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	4,36231	4,54754	0,18523	102,055
2	4,36230	4,54750	0,18520	102,038
3	4,36231	4,54756	0,18525	102,066
4	4,36232	4,54758	0,18256	102,071
5	4,36231	4,54771	0,18540	102,148
6	4,36230	4,54750	0,18520	102,038
7	4,36232	4,54758	0,18526	102,071
8	4,36232	4,54757	0,18525	102,066
9	4,36231	4,54751	0,18520	102,038
10	4,36229	4,54757	0,18528	102,082
11	4,36231	4,54754	0,18523	102,055
12	4,36231	4,54760	0,18529	102,078
13	4,36230	4,54757	0,18527	102,077
14	4,36230	4,54758	0,18528	102,082
15	4,36231	4,54754	0,18523	102,055
PROMEDIO				102,068

7.5.4. Determinación de plomo ambiental por espectrometría de emisión de plasma inducido, pero expresadas en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Puerta comercialización o ventas

TABLA No 04

Día	Intensidad (amperios) $\times 10^{-5}$	Microgramos $\mu \times 10^{-5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	97	2172	0,0860
3	99	2174	0,0867
5	95	2170	0,0859
7	90	2165	0,0856
9	98	2173	0,0860
11	88	2161	0,0855
13	85	2158	0,0851
15	83	2150	0,0850
17	94	2175	0,0859
19	88	2161	0,0855
22	81	2149	0,0847
23	98	2173	0,0859
25	84	2156	0,0851
27	93	2174	0,0859
29	97	2172	0,0860
PROMEDIO			0,0856

7.6. Ejemplos de cálculos

a. Para determinar la concentración de masa de partículas:

Se aplicó la siguiente formula:

$$PM = (W_e - W_i) \times 10^6 / V_{std} \quad (1)$$

Donde :

PM = Concentración de la masa de partículas ,expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

W_f = Peso final del filtro.(con impurezas ambientales)

W_i = Peso inicial del filtro (limpio)

10^6 = Factor de conversión a partes por millón o ppm.

V_{std} = Volumen de aire de la muestra

Ejemplo de calculo ,para el día 1 tramo Avenida Abancay intersección con Jirón

Junin

Datos :

W_i = 4,36232 gs.

W_f = 4,50487 gs.

V_{std} : expresado en $\text{m}^3/\text{día}$

Caudal del equipo = $1.26 \text{ m}^3/\text{minuto}$, este dato lo convertimos a $\text{m}^3/\text{día}$

$1,26 \text{ m}^3/ \text{minuto} \times 60 \text{ minutos}/1 \text{ hora} \times 24 \text{ horas}/1 \text{ día} = 1815 \text{ m}^3/ \text{ día}$

Reemplazando datos en la ecuación (1)

$$PM = (4,50487 - 4,36232)gs \times 10^6 \text{ ug/g} / 1815 \text{ m}^3/\text{día} = 78,539 \text{ ug/m}^3$$

b. Para hallar la masa de plomo ambiental en el filtro, y en unidades de ug de Pb /m³

Se aplica la siguiente ecuación:

$$C = \text{ug Pb/ ml} \times 100 \text{ ml /tira} \times 12 \text{ tiras/filtro}/V_{\text{std}} \quad (2)$$

Donde :

C = concentración del plomo ug de Pb / m³

- ug Pb / ml = Concentración del plomo determinado en el equipo de absorción atómica

100 ml de tira _ Es el volumen total de la muestra para la determinación instrumental (base)

12 tiras = Total del área usada del filtro . o sea de 8" x 9"

Filtro = Area total de una tira : 3/4" x 8"

V_{std} = 1815 m³/ día

Si tomamos como base ,los datos el primer día de la toma en la zona de comercialización ,tenemos :

ug de Pb/ ml : 1,10 ug de Pb/ml

V_{std} = 1815 m³/ día

Volumen de la muestra = 100 ml

12 tiras = 8" x 9"

Filtro = 3/4" x 8"

Aplicando la ecuación (2) y reemplazando datos:

$$C = 0,01284 \text{ ug de Pb/ml} \times 100 \text{ ml} \times 8" \times 9"/3/4" \times 8"/ 1815 \text{ m}^3/\text{día} = 0,0508 \text{ ug de Pb/m}^3$$

VIII. LIMITES PERMISIBLES.

Los límites permisibles de plomo ambiental, están incluidos en una tabla de ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE, en la que no solo está el plomo, sino que también han sido consideradas:

- .- Dióxido de azufre
- .- Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10)
- .- Monóxido de carbono
- .- Ozono
- .- **Plomo**
- .- Sulfuro de hidrógeno.

La tabla figura en el Decreto Supremo No 074- 2001- PCM - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire- Anexo No 01

Anexo 1- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

(Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico.
NE significa no exceder)

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS ¹
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (Método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial / Filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Análisis no dispersivo (NEDAR) Método automático
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimioluminiscencia Método automático
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Espectrometría UV (Método automático)
Plomo	Anual *			Método para PM10
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	Espectrofotometría sin absorción atómica
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas *			Fluorescencia UV (Método automático)

¹ O método equivalente aprobado

A determinarse según lo establecido en el Artículo 5º del presente reglamento

Anexo 2 Valores de tránsito

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR	FORMATO	
Dióxido de Azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (Método automático)
PM-10	Anual	30	Media aritmética anual	Separación inercial / Filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces/año	
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	250	NE más de 24 veces/año	Quimioluminiscencia Método automático
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces/año	Espectrometría UV Método automático

Anexo 3 Valores Referenciales

CONTAMINANTE	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR VALOR	MÉTODO DE ANÁLISIS
PM-2.5	Anual	15	Separación inercial / Filtración (gravimetría)
	24 horas	85	

IX. DISCUSION DE RESULTADOS.

1. El desarrollo, de la investigación de plomo y partículas suspendidas, se concretó, de acuerdo a las normas rígidas internacionales, con un equipo de muestreo específico, uso de equipo gravimétrico sensible, reactivos químicos ultrafinos y un equipo de absorción atómica ,de alta resolución.
2. Para nuestro medio el limite máximo de material particulado es de 150 ug/m^3 y los resultados promedios de las zonas de la Refinería de petróleo de Talara, y la Avenida D ,E y Mártires del Petróleo en promedio fue de 79,090 y 102,068 ug/m^3 respectivamente.
3. El porcentaje del nivel de partículas totales del muestreo en la refinería de Talara es del orden del 52,72% con respecto al 100% que corresponde a las 150 ug/m^3 , mientras que el promedio de la Avenida D, E y Mártires del Petróleo , (102,068)corresponde al 68,04%, o sea que en ambos casos , el nivel de partículas de sólidos totales es bajo con respecto al máximo permisible que es de 150 ug/m^3
4. Los niveles de plomo , no son alarmantes ,ya que lo máximo permisible es de $1,5 \text{ ug/m}^3$ de plomo por m^3 , y el promedio de plomo en la planta es de $0,0515 \text{ ug/m}^3$ y en la avenida D,E y Mártires del Petróleo es $0,0856$,lo que significa que ambos sectores son áreas casi libres de plomo , el nivel de plomo en la planta es menor que en la arteria urbana, lo que indica que las emanaciones de plomo en la planta son mas bajas que en la parte urbana de la ciudad.

5. La explicación de las diferencias de valores entre la planta y la avenida es que ,en la Avenida D, E y Mártires del Petróleo ,es una arteria donde aproximadamente 18 horas al día se desplazan vehículos automotrices como micros, vehículos pesados y las llamadas mototaxis ,lo que a ocasionado que las emanaciones de humo y gases provenientes de la combustión completa o incompleta de los vehículos aumenten las concentraciones de PTS y de plomo

X. APORTES DE LA INGENIERIA QUIMICA PARA DISMINUIR LA CONTAMINACION AMBIENTAL DEL PLOMO.

.- Cuando al Coronel Edwin Drake, el 27 de agosto de 1859, en Tisuville-Pensilvania -USA, perforo con éxito ,el pozo de petróleo a solo 23 metros de profundidad nadie penso que esta perforación se iba a convertir en una fiebre y obsesión por descubrir y extraer petróleo ,en este capitulo del trabajo , consideramos una obligación ,reconocer el aporte de los químicos en primera instancia y posteriormente a los Ingenieros Químicos a su gran aporte histórico, en la transformación del petróleo crudo en sus numerosos derivados. Es por este motivo que brevemente expondremos los aportes de la ingeniería química en especial , a la evolución y revolución del increíble mundo del petróleo:

10.1 Churchill.

Hasta la primera década del siglo XIX, Inglaterra a través de sus flota marina, dominaba los mares del mundo, y sus naves usaban como combustible, carbón ,procedente de sus minas de Gales, pero Sir Winston Churchill, recurrió a los químicos de las principales Universidades de Inglaterra, como la de Oxford, Cambridge y Manchester ,así como a los técnicos de las compañías petroleras y lograron obtener un combustible barato y practico que reemplazo al carbón como impulsador de sus naves.

10.2. Massachusetts Institute Tecnology (MIT).

Uno de los principales centros de investigación tecnológica de los EE UU y del mundo, implementa por primera vez la profesión del Ingeniero Químico, y desde la primera promoción ,las principales compañías de petróleo estadounidense, como la TEXACO, Mobil Oíl y la ESSO, recurren a las universidades para nutrir sus

staffs de profesionales de Ingenieros Químicos, quienes de inmediato, demuestran su valor, aportando cientos de inventos y mejoras en los procesos de destilación, siendo uno de los aportes mas importantes el del craqueo térmico ., que es un proceso que consiste en romper las grandes moléculas del petróleo crudo en otras mas livianas por efecto térmico. Cientos de Ingenieros químicos con miles de horas/hombre de trabajo, diseñaron, mejoraron y optimizaron paulatinamente las torres de craqueo térmico.

El procedimiento de romper o partir las moléculas por craqueo térmico , fue superado por otro aporte de los ingenieros químicos, al aportar el método del craqueo catalítico, que utiliza catalizadores para esta misma operación ,pero con la ventaja de ser mas económico y reducir considerablemente los costos de energía.

10.3 Plomo Tetraetilico.

En 1886, el alemán Gottlieb , se creo el primer automóvil con motor de gasolina, pero es el americano con su famoso modelo T, quien en la primera década del siglo XX, revoluciona la industria automotriz mundial, al ofrecer, vehículos fuertes y económicos, se abrieron y construyeron miles de carreteras y esta mejora trajo como consecuencia , que las molestias que ocasionaban las gasolinas y que asustaban a los transeúntes , la industria petroquímica ,encargase a sus ingenieros químicos, que lograsen sintetizar un compuesto que evite los ruidos y mejore el octanaje , y en 1920, se empieza a usar el plomo tetraetilico, como antidetonante , este insumo se utilizó masivamente hasta la década de los años 70, donde estudios de impacto ambiental en los EE UU, empiezan a detectar niveles preocupantes de plomo, ya que durante la combustión plomo metálico o en forma de sales quedaba suspendidos en el aire atmosférico , otro problema era que la combustión incompleta de los combustibles ocasionaba, y entonces las compañías automotrices le encargaron a las compañías petroleras, la tarea de

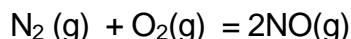
evitar, la contaminación de las emanaciones de la gasolina, encargo que de inmediato fue transmitido a los ingenieros químicos.

10.4. Convertidor catalítico.

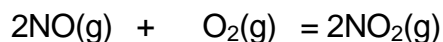
El tema de la contaminación no solo se reduce a los efectos del plomo ambiental, sino que esta integrado a otros factores químicos que envenenan el aire ambiental.

El monóxido de carbono (CO) y el óxido nitroso (NO).

El problema es que a altas temperaturas dentro de un motor de automóvil en marcha, los gases de nitrógeno y oxígeno reacciona de acuerdo al a siguiente ecuación.

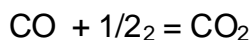


Cuando este gas el NO, se libera en la atmósfera, se combina rápidamente con el O₂, para formar NO₂, que es un gas de color café muy venenoso, de olor sofocante.

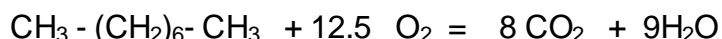


Este dióxido de nitrógeno y otros gases indeseables emitidos por un automóvil, como el CO y varios hidrocarburos crudos, hacen que las emisiones de un automóvil una fuente importante de contaminación del aire.

La mayoría de los autos se fabrican con convertidores catalíticos, que tienen dos objetivos, oxidar el monóxido de carbono a dióxido de carbono:



Y también oxidar los hidrocarburos no quemados transformándolos en dióxido de carbono y agua ,por ejemplo el octano:



La otra reacción es la de reducir el NO y el NO₂ a N₂ y a O₂.

Los gases calientes productos de la combustión, en los que se ha inyectado aire, pasan a través de la primera cámara de un convertidor para acelerar la combustión completa de los hidrocarburos y para disminuir la emisión del CO.

La siguiente figura muestra el corte transversal de un convertidor catalítico, que contiene platino, paladio o un óxido de transición como CuO o Cr₂O₃

Sin embargo debido a que las altas temperaturas aumentan la producción de NO se requiere de una segunda cámara que contiene un catalizador diferente (de nuevo un metal de transición o un óxido de un metal de transición) operando a altas temperaturas mas bajas para disociar el NO en N₂ y O₂ antes de que los gases sean descargados a través del tubo de escape.

Pero tomar en consideración que este accesorio o sea el convertidor catalítico, se diseño, para motores que se alimentaban con gasolinas de alto octanaje (95 ó 97 octanos), y que no usan como antidetonante plomo tetraetilico, por lo que el problema de la contaminación ambiental quedaba parcialmente solucionado.

Y en el siguiente diagrama , presentamos la vista del convertidor catalítico de dos etapas para un vehículo automotriz gasolinero.

Como se aprecia, el diseño, de esta equipo se debió al aporte de los ingenieros químicos, aplicando los conceptos de catálisis y óxidos de metales de transición.

Pero la realidad de nuestro parque automotriz, es que , en nuestro medio, entre el 80 y 90% de vehículos gasolineros se compran ya usados, con muchos dispositivos deteriorados, como en este caso los convertidores, que el final no cumplen su función. Pero ese aspecto es totalmente ajeno al aporte de los profesionales químicos en Ingeniería.

10.5. La gasolina verde.

Como se sabe el rendimiento de las gasolinas se mide por un factor que se le denomina octanaje que no es mas que la relación del iso octano y del n- heptano, el primero de los hidrocarburos tiene excelentes propiedades antidetonantes, en tanto que el n- heptano ocurre lo contrario, el porcentaje de iso octano existente en la mezcla que al quemarse ofrezca las mismas propiedades que el combustible liquido que se quema es lo que se llama *número de octano u octanaje*.



Los ingenieros químicos tenían el compromiso y tarea de producir una gasolina, con una combustión lo mas completa posible y sin incluir ningún aditivo, en su formulación ,para lo cual, el problema era formular una gasolina de alto octanaje y sin antidetonante, así que los ingenieros químicos recurrieron a efectuar ensayos con hidrocarburos de cadena ramificada y con hidrocarburos aromáticos , Como se aprecia en la tabla No 01, los hidrocarburos de cadena cerrada como el benceno generan 126 octanajes ,mientras que el n-hexano de cadena lineal solo 25 octanos, de esta manera los ingenieros químicos incluyeron el as formulaciones mas proporciones de hidrocarburos cíclicos, con el aumento del octanaje.

La nueva gasolina llamada ecológica o verde, incorporaba a su formula proporciones de benceno, y se logro el cometido de eliminar el plomo y mantener

el octanaje , pero al quemarse esa gasolina, el benceno emitía gases que desde aproximadamente 55 años se conocen sus efectos cancerígenos. Ante esta situación los ingenieros químicos se han abocado a la tarea de formular la gasolina "Super verde", sin benceno, que debe reemplazar a la gasolina "verde" sin plomo.

El siguiente cuadro, permite apreciar los octanajes de algunos hidrocarburos.

Octanajes de algunos hidrocarburos

Hidrocarburos	Estructura molecular	Tipo de estructura	Octanaje
n-heptano	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Cadena lineal	0*
n-hexano	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Cadena lineal	25
2-metilhexano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Cadena ramificada	42
2-metilbutano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Cadena ramificada	93
2,2,4-trimetilpentano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Cadena ramificada	100*
Tolueno		Aromático	120
Benceno		Aromático	106
2,2,3-trimetilbutano	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Cadena ramificada	125

10.6. Etanol- gasolina

El petróleo es un insumo no renovable y ese es uno de los problemas de la industria automotriz a corto plazo, pero como se ha visto la gasolina no es el único combustible, hay otros combustibles que pueden y deben usarse, y dos de ellos son el metanol y el etanol.

Los ingenieros químicos brasileños , a pedido del gobierno brasileño ante el alza del petróleo, decidieron estimular la producción de caña de azúcar, de donde obtuvieron el etanol que lo utilizan como combustible , en la actualidad en el estado de san Pablo , aproximadamente cinco millones de vehículos son impulsados con etanol , con un consumo diario de 25 millones de litros de alcohol etílico, pero cuando el precio del petróleo empezó a bajar el gobierno brasileño acertadamente subvenciona el precio del etanol y metanol.

Como miles de vehículos, que circulan por Brasil , tienen motores diseñados para utilizar gasolina como combustible, los ingenieros químicos especializados en combustibles, lograron una mezcla de etanol con gasolina ,con excelentes resultados y sin necesidad de cambiar los motores. Como consecuencia de este cambio, se ha reducido la contaminación atmosférica, al no utilizarse plomo tetraetilico, y logrando combustiones con alto rendimiento de dióxido de carbono y agua, como producto de la reacción química en el interior de los motores.

Esta política de Brasil con el apoyo de los ingenieros químicos debe ser imitada.

10.7. Automóviles eléctricos.

La Legislación del estado de California, establece que a partir de la década de los años 90, todas las marcas de auto deben vender 5% de sus autos con motores eléctricos, los fabricantes están volcados en el desarrollo de un vehículo eléctrico

que cumpla con las disposiciones legales de California, uno de los estados americanos con mayor parque automotriz en el mundo.

Y aunque, en el diseño de estos vehículos aparentemente no se vea la intervención de los ingenieros químicos, la producción de estos vehículos tiene dentro de sus numerosos problemas uno que guarda estrecha relación con nuestra profesión, y es el lograr diseñar acumuladores de alto rendimiento, poco peso, recargables y económicos. Es un gran desafío en la actualidad, para el capítulo de la Ingeniería química.

Ecológicamente estos son los autos del futuro, con casi cero índices de contaminación y sin el gasto de combustibles fósiles.

10.7. Autos de hidrógeno

Las transnacionales del campo petroquímico y la de la industria automotriz, han unificado, para producir un vehículo automotriz impulsado por hidrógeno, los ingenieros químicos, petroquímicos y mecánicos, de ambas compañías están trabajando en equipo para, para lograr diseñar un motor adecuado, para este combustible, los ingenieros químicos y petroquímicos están abocados en la formulación de este nuevo combustible, pero los avances constituyen por ahora un secreto industrial, según voceros de la Shell, la obtención del combustible debe ser simple, pero el costo actual de cada automóvil tiene un precio prohibitivo y la intención es la de abaratar los precios con cifras de alrededor de 20,000 dólares, pero recién para el año 2010.

El interés por este tipo de vehículos es grande, incluso la General Motors, tiene previsto aperturar la primera estación de servicios en Washington, sede del gobierno americano, con la finalidad de demostrar al Congreso una flotilla de furgonetas de combustible hidrógeno.

10.8. Aporte de PETROPERU.

10.8.1. Pruebas con aditivo mejorador de octano.

PETROPERU, con la finalidad de obtener gasolinas de alto octanaje, importa volúmenes significativos de gasolinas de alto octanaje, y en vista de que la legislación peruana solo impide el uso de aditivos a base de plomo, y no señala el impedimento de otros aditivos órgano metálicos, es que se decidió, ensayar la inclusión de un aditivo órgano metálico a base de manganeso, que puede ser una alternativa económica de reemplazo al plomo.

En 1996, empezaron los estudios con un producto de la firma ETHYL, quien propuso el producto HITEC 3000, que es un mejorador de octano formulado a base de manganeso, su evolución se halla en el cuadro No 02 ,se creo un grupo de ingenieros químicos y químicos, que se dediquen a la formulación de diferentes tipos de gasolinas, se logro obtener una gasolina con 18 ppm por galón de manganeso como dosis máxima, pero los resultados no fueron los deseados si se comparaban con el aditivo a base de plomo. Tanto en rendimiento como en costos la gasolina con el aditivo de manganeso no superaba a la gasolina con plomo.

Pero desde 1999, la empresa ha retomado, la inquietud de ensayar con el aditivo a base de manganeso, en vista de que el plazo para, exclusión del plomo tetraetílico se vence el año 2005. Estudios demostraron que incrementando la concentración de 18 ppm a 40 ppm. podrían ocasionar en el sistema catalítico de gasolina , con este nivel de aditivos se incrementó en 3,4 octanos (de 80,5 a 83,9).

En casos de gasolinas de 93.6 octanos, con 10 ppm del aditivo de manganeso se incrementa a 95,0, lo que es una mejora técnica..

Los informes de la EPA, indican que en la actualidad este aditivo es utilizado en la preparación de gasolinas sin plomo en los EE UU, Canadá, América del

Sur, Europa y Asia, en las tres ultimas áreas no se especifican que países la usan.

Con respecto a las emisiones de escape, se ha reportado que el:

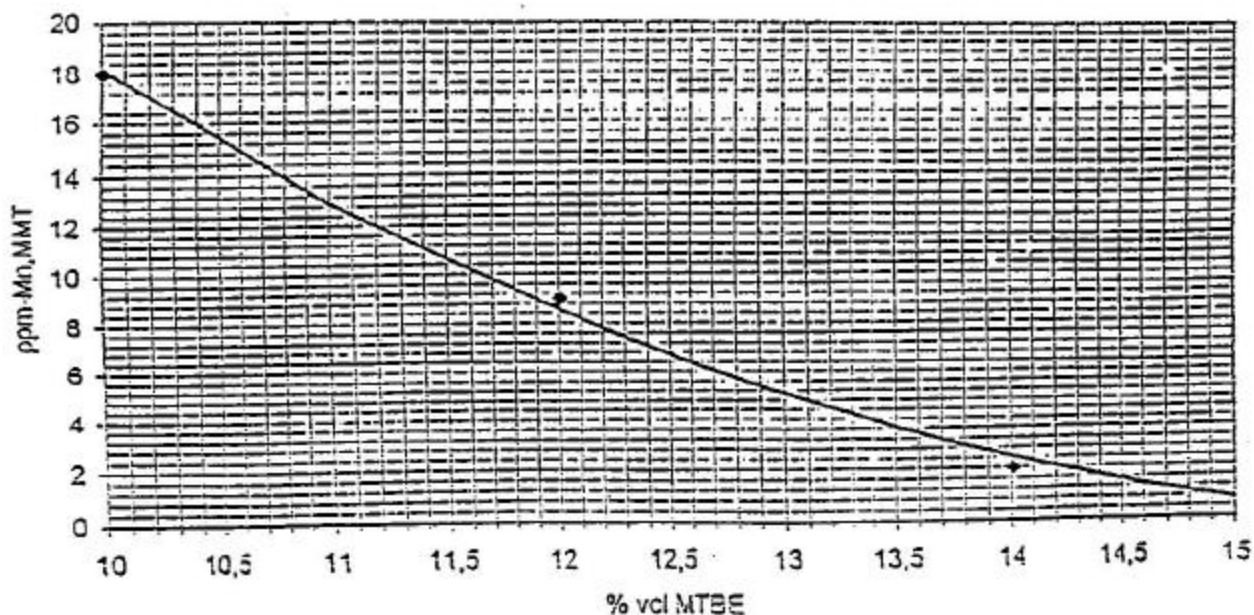
El monóxido de carbono, se ha reducido con este aditivo.

Los óxidos de nitrógeno NO_x , han disminuido, en mayor proporción que el CO .

Emisiones grandes de manganeso son tóxicas, pero mediciones de zonas donde se utiliza este aditivo, han demostrado que no hay incremento de manganeso en niveles alarmantes.

PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A.
LABORATORIO DE REFINERIA TALARA
EVALUACION DEL ADITIVO HITEC 3000 (MMT) - MARZO 1999

REQUERIMIENTO DE MMT PARA PREPARAR GASOLINA 97 CON MTBE



10.8.2. Gasolinas con etanol.

En 1998, la Gerencia General de Petroperú, aprobó, la evaluación a nivel de planta de la preparación de gasolina de 95 octanos, usando etanol, el proyecto se justificaba, se sustentaba en ventajas económicas, ambientales y de apoyo a un producto nacional.

Se recomendó adquirir 240 barriles de etanol (10,000 galones), y los balances de materia indicaron que con 240 barriles de etanol, se podría preparar 3,000 barriles de gasolina de 95 octanos., pero aún se siguen efectuando pruebas y mediciones de rendimiento de la gasolina de 95 octanos con etanol, y se ha previsto ,que la flota de vehículos de operaciones de Talara, pruebe este combustible, como el consumo de la flota es de 3000 galones mensual , por lo que los 10,000 galones de este tipo de gasolina se podría consumir y evaluar en un rango de tres meses.

A este tipo de gasolina se le conoce también como Gasohol , y su producción empezó el 22 de marzo del 2000, cuando llegó a Talara el etanol anhidro, requisito básico de este alcohol, las pruebas de calidad certificaron localidad del etanol, este insumo se guardó en el tanque 006, paralelamente en otro tanque se acondiciono la nafta, para luego en otra cisterna proceder a la mezcla de etanol y nafta, una vez mezclados ambos compuestos , el laboratorio separo 02 galones para su control de calidad ,superadas las pruebas se procedió a comercializarlas, según el siguiente cronograma:

Fecha	Galones entregados, a temperatura observada	Destino del producto	Nº Orden de Entrega	Nº de guía de Remisión
19.04.00	2,340	Grifo PP-Serv Gen.	----	004-0051199
17.05.00	2,340	Grifo PP-Serv Gen.	TL-SERG-010-00	004-0051585
06.06.00	2,340	Grifo PP-Serv Gen.	TL-SERG-013-00	004-0051861
24.06.00	2,811	Grifo PP-Serv Gen.	TL-SERG-015-00	004-0052139
TOTAL	9,831	-----	-----	-----

Se prepararon tres lotes de gasolina, en las mismas condiciones, pero se efectuaron las siguientes observaciones:

Mermas por evaporación en 3,44% de volumen.

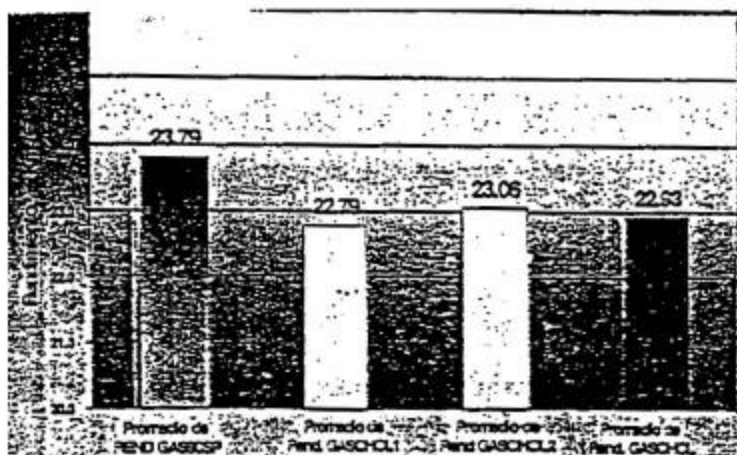
Sistema de venteo inadecuado, ya que se originaron mermas.

Los tanques y sistemas de trasvase tampoco fueron los adecuados.

En el grafico siguiente, mostramos la flota de vehículos que probó el gasohol , así como el recorrido:

TIPO	MARCA	CANTIDAD
AUTO	TOYOTA	2
AUTO	VOLKSWAGEN	22
CAMIONETA	CHEVROLET	8
CAMIONETA	DATSUN	15
CAMIONETA	FORD BRONCO	1
CAMIONETA	NISSAN	4
CAMIONETA	TOYOTA	12
		64

Como la flota estaba compuesta por 64 vehículos, 24 unidades mejoraron su rendimiento de 22,66 a 24,82 Km/Gl. y 40 vehículos disminuyeron de 24,47 a 21,79 Km./Gl



XI. CONCLUSIONES.

1. Los niveles de plomo y PTS detectadas en la zona de comercialización de la refinería de Talara y sector 2 de la frecuentada avenida DG ,son relativamente bajos con respecto a los limites permisibles que son de 150 y 1,5 ug/m³ respectivamente, por lo que se concluye que en la planta de Ventas no se generan restos de plomo y la concentración de partículas sólidas totales están muy por debajo de lo permisible de acuerdo a lo dispuesto por la D.S. N° 074-2001-PCM 27488 ,publicada en el diario oficial el peruano de fecha 24 de junio del 2001. Un factor importante en Talara es que como es zona costera, las brisas marinas actúan como evacuadores de cuerpos sólidos, por lo que frecuentemente, el cielo talareño se estará limpiando por las corrientes periódica de aire.
2. Como la mayor parte del parque automotriz , se impulsa por petróleo Diesel, la concentración de plomo es baja, ya que el antidetonante a base de plomotetraetílico solo es incorporado a las gasolinas de 84 octanos.
- 3.Otro factor que influye de manera favorable en las bajas concentraciones de plomo y PTS es que ,Talara no es una zona minera y no existen fundiciones o industria metalúrgica ,por lo que no se generan emanaciones gaseosas cargadas no solo de sólidos si no de otros metales pesados. Sise compara los niveles de plomo y sólidos de Talara con La oroya y La Avenida Abancay, se concluye que la atmósfera de Talara es limpia.
- 4.El problema de las concentraciones de plomo ,en Talara y en el Perú se solucionará definitivamente en el año 2005,donde obligatoriamente las

refinerías ,producirán gasolinas con plomo cero, es decir que no se incluirán antidetonantes con plomo cero en la composición de las gasolinas.

Lo que si debe prevenirse es que el porcentaje de partículas sólidas totales se incremente en la parte urbana de Talara y esta solución esta en parte en manos del gobierno central, que debe normar o limitar la importación de vehículos automotrices que son vendidos como chatarra , en países como Japón y Corea del Sur y que en un 80% , llegan al país con los sistemas de combustión deteriorados , y que son una fuente permanente de generación de partículas sólidas que pueden contener otros cuerpos contaminantes como el manganeso y cobre.

XII. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda monitorear muestras de aire ambiental, de otras como la entrada de la Panamericana Norte , la salida de la misma arteria rumbo a Tumbes y la Plaza de Armas
2. Se sugiere la investigación de otros agentes contaminantes en la misma arteria como lo son el dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, ozono, monóxido de carbono ,sulfuro de hidrógeno , y los niveles investigados compararlos con los limites permitidos.
3. Investigar , en forma paralela a la investigación de plomo ,se complemente con análisis de otros metales suspendidos como : cobre, hierro, manganeso, zinc, cromo y cadmio.
4. Con la finalidad de determinar la concentración de plomo no suspendido, se recomienda determinar la cantidad de plomo adherido a las paredes de las edificaciones añejas de inmuebles antiguos, que recubrían sus paredes exteriores e interiores con pinturas a base de pigmentos de plomo.
5. Con el propósito de despejar o confirmar la presencia de plomo ambiental y doméstico se recomienda que personal de trabajadores y moradores regulares se examinen , semestralmente con un despistaje de plomo, en el Instituto de Salud Ambiental.

6. En el ámbito químico recomendamos que trabajos similares sean investigados por otros métodos instrumentales como lo son la fotocolorimetria, Microscopia electrónica de barrido, absorción atómica con horno de grafito.

7. Con el objetivo de consolidar resultados de plomo ambiental y sustancias afines, seria beneficioso, efectuar coordinaciones a través de las diferentes facultades de Ingeniería Química del Perú ,de Biología y de Contaminación Ambiental ,con la finalidad de realizar ,estudios pluridisciplinarios , y de esta manera comparar niveles de agentes nocivos al medio ambiente y proponer soluciones a mediano y largo plazo , no solo en el área de Talara sino a nivel regional.

XIII. COSTO DE LA MONOGRAFIA	
1. Precio del papel filtro microfibra	US 300.00
2. Toma de muestras	US 300,00
3. Lectura en equipo de absorción atómica	US 150,00
4. Papel, material escritorio y empastado	US 120,00
5. Otros	US 100,00
TOTAL	US 970,00

CUADRO No 03

Los gastos fueron financiados por el autor de la presente monografía, lo que se comprueba con la boleta No 0231 de C&V -S.A.C

Paralelo al costo, se hace necesario, resaltar, la presencia, apoyo logístico y orientación profesional a muchos colegas, tanto del área de Salud Ocupacional,

como de la Ingeniería Química, quienes pusieron a disposición sus equipos, e infraestructura de laboratorio ,para culminar este apasionante trabajo.

Los gastos han sido relativamente económicos, que incluían solo los costos primarios de los equipos de muestreo y reactivos químicos.

Como el presente tema es un trabajo monográfico hemos simplificado los costos, no los hemos detallado ,porque el estudio económico, con llevaría a efectuar un trabajo de tesis, que no es el motivo de esta exposición monográfica.

XIV. BIBLIOGRAFIA.

1. Babor José – 1962- Química General Moderna- Editorial Marin SA
Barcelona – España – 7ma edición
2. Beaty Richard – 1972-Técnicas en espectrofotometria de absorción atómica.
Editorial :Elmer- USA
3. Castañon Galiñanez –1971- Determinación de plomo como elemento natural.
Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Campostella- España
4. Chang Raymond- 1977- Química.
Editorial McGraw Hill- México- 1ra edición
5. Centro Interamericano de administración de trabajo.1976
Metodología de la investigación de plomo- Lima .
6. Deichman . W.1969- – Toxicología y química de las drogas.
Editorial Press – Nueva York
7. Diccionario Ingles- español.-1972
Editorial Appleton –Prentice- Nueva Jersey- 1ra edición
8. Di Ferrance-1972- Metabolismo y repartición del plomo
Amsterdam- Holanda .

9. Ecología Enciclopedia- 1997

Editorial Océano 3 tomos –Barcelona- España- 1ra edición – 1997.

10. “El Comercio” –2001-Colección de impacto ambiental

Lima

11. EPA – 1998-Environmental Protection Agency

Nueva York – USA- Edición First

12. Environmental Health 1977 –Criteria 3

OMS – Génova.

13. Enciclopedia de seguridad en el trabajo- 1989

Volumen 3- Madrid- España .

14. Geographic – 2000-Pulso a la tierra

London- Inglaterra .

15. Hoffe G.L 1975-. Metales pesados en el ambiente.

Editorial Press – Oxford- Inglaterra .

16. Jenny .H -1941-. Factores de formación del suelo.

Editorial McGraw Hill- Nueva York –USA .

17. Kahan Herbert – 1972- Espectrometría de absorción atómica.

Editorial – Elmer –USA .

18. Leite W.1970- – Análisis de polución en el aire.
Editorial Science Publishers – USA .
19. López Capont-1977 – Determinación de plomo como elemento natural.
Congreso de Química- Vigo – España –1977.
20. Morris Jane – Chemistry.-1991
Ed. Collins- London – England –1st edición
21. Moot R.C. – Chimica Moderna.-1990
Ed. Nuova Edizione- 1ra edition- Milano – Italia
22. Métodos para la determinación de partículas suspendidas. 1971
Washington- USA- July . Ed. Code Federal Regulation.
23. Manual del método analítico-1978- Editado por el Dpto. de Salud y educación
N. York – USA –2da edición- volumen 4- .
24. Nakamurakare Paul-2002 – Medio ambiente.
ETC- Lima
25. Regne de Otal – Diccionario de medicamentos.
Ed. Labor – 1069 – Barcelona – España.
26. Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental del aire-2001
D.S. 074- 2001- Publicado en el diario oficial “El Peruano”- 24 de Junio del

27. Robinson J.W-. 1966 Atomic spectrometry absorption.
Ed. Arnold- London- England

28. Salvat Manuel-1973 – La contaminación.
Ed. Salvat- 1ra edición- Barcelona- España.

29. Sandell E.B. –Determinación de trazas de metales.
Ed. Interciencia Publicaciones- Nueva York- USA – 1944.

30. Slavin W. 1968- Espectrometría de absorción atómica.
Ed. Interciencia- Nueva York- USA.

31. Tratado de farmacia práctica- Tomo II.-1942
Ed. Labor- Barcelona- 1ra edición

32. Villaran Souza César -1978- Determinación gravimétrica del polvo atmosférico.
UNMSM

33. Walsh Alan- 1955-Acta spectrometric.
Vol. 7- pag 108- Melbourne- Australia

ANEXOS

ANEXO 01

GLOSARIO ECOLOGICO

1. **ACIDEZ** , capacidad de un sustancia para liberar protones.
2. **AEROBIO** , ser vivo que necesita la presencia del oxígeno para sobrevivir
Proceso químico en que el oxígeno tiene un papel fundamental.
3. **AEROSOL** , sistema de envasado a presión para que ciertos productos ,salgan pulverizados como líquido ,polvo o espuma, el envase contiene el producto disuelto o suspendido en un gas licuado o comprimido , que actúa como agente propulsor, de tal forma que al apretar una válvula de salida, el producto se auto expele, arrastrado por el agente propulsor, hasta finales de los 80 ,se usaba como agente propulsor el CFC, pero tras demostrarse que este producto destruye la capa de ozono, al ser liberado a la atmósfera, la mayor parte de los países del mundo prohibieron su producción.
4. **ATMOSFERA** , capa gaseosa que envuelve algunos cuerpos celestes, el aire que forma la atmósfera es una combinación de nitrógeno (78%) oxígeno (21%), argón, neón, helio, vapor de agua y dióxido de carbono, la atmósfera terrestre actúa como filtro de las radiaciones solares y de aquellas que se reflejan desde la Tierra, hacia el exterior, el uso por el hombre de combustibles fósiles ,durante los últimos siglos han provocado graves alteraciones en la composición natural de la atmósfera, los contaminantes primarios productos liberados durante los procesos industriales en especial el CO, azufre, nitrógeno e hidrocarburos , microparticulas sólidas y líquidas ,tienen efectos perjudiciales

sobre los seres vivos. Los contaminantes secundarios, productos que resultan de la interacción de los contaminantes primarios entre si y con componentes naturales, también provocan daños graves a los seres vivos de manera indirecta, como la lluvia ácida o el agujero de la capa de ozono.

5. **CADMIO**, elemento químico que pertenece al grupo del mercurio y zinc, es un componente menor en los minerales que contiene zinc, es bastante volátil y esta considerado como uno de los elementos mas tóxicos, en los seres vivos se absorbe por vía cutánea, respiratoria o digestiva, se acumula en forma casi permanente en el hígado y riñones y ha sido causa de intoxicaciones masivas en personas.
6. **CATALIZADOR**, compuesto químico que sin intervenir como reactivo en los cambios químicos, los acelera significativamente.
7. **COMBUSTIBLES FOSILES**, son los formados por restos fósiles de organismos vivos, siendo los principales el carbón, petróleo y el gas natural, son perecibles ya que su formación ha durado millones de años.
8. **CROMO**, elemento químico metálico, que pertenece a los metales de transición sus óxidos se pueden usar como catalizadores en la industria automotriz.
9. **CRUDO**, forma en que se extrae el petróleo de su origen, ya sea a nivel terrestre o de las profundidades de ríos, lagos y mares.
10. **DESTILACION GLOBAL**, proceso por el cual ciertas sustancias lanzadas a la atmósfera en zonas cálidas viajan por la atmósfera a zonas mas frías y se

condensan sobre la vegetación, a causa de este proceso natural, el uso de pesticidas y otros cuerpos en suspensión no solo afecta a las zonas donde se echan o eliminan estos productos, sino prácticamente a todo el planeta.

11. EFECTO INVERNADERO. Fenómeno climático provocado por la acumulación de gases naturales y artificiales. Las radiaciones solares llegan a la superficie de la tierra, la caldean y salen reflejadas hacia el exterior en forma de radiación infrarroja. Sin embargo estas radiaciones son absorbidas por los gases y devueltas nuevamente a la tierra, con lo que se produce un incremento de la temperatura superficial. El efecto invernadero es un efecto favorable para la vida en la tierra, ya que de no existir estos gases (dióxido de carbono, metano y agua), la temperatura promedio de la tierra sería de -20°C , en lugar de los 15 grados actuales, no obstante las actividades humanas han añadido a la atmósfera cantidades extraordinarias de estos gases invernaderos y han multiplicado el efecto hasta cotas que conducen al calentamiento global del planeta, y al peligroso cambio climático. En efecto se calcula que la tierra se está calentando un media de $0,33^{\circ}\text{C}$ por decenio, además el aumento de la temperatura, provoca el deshielo de los casquetes polares, lo que a su vez propicia crecidas anormales del nivel del mar.

12. EFECTO INVERNADERO INVERSO. Fenómeno climático producido por factores artificiales cuyo resultado es un descenso de la atmósfera en una zona determinada a causa de las dificultades que experimentan los rayos del sol para alcanzar la superficie de la tierra, al hallar una barrera de nubes densas contaminadas.

13. ENERGIA FOSIL, energía que procede de la combustión de los combustibles fósiles, como el gas natural, carbón y petróleo, pero a causa del fracaso de la

energía atómica como recurso energético alternativo de los combustibles fósiles, el uso de materiales fósiles para generar energía no se va a reducir, si no por el contrario se incrementará.

14. ENERGIA SOLAR. Es la procedente del sol, cada año llega a la superficie terrestre el equivalente a 60 billones de toneladas de petróleo, en forma de energía solar, si solo el 1% de esta energía pudiera ser explotada en solo 5%, de su capacidad, la población de la tierra podría realizar un consumo energético similar al promedio actual de los estados Unidos. Este tipo de energía es una alternativa en las zonas del planeta que gozan de muchas horas de sol y puede usarse para las necesidades eléctricas, calefacción y agua caliente de una vivienda individual por medio de concentradores solares formados por espejos parabólicos, además de esta conversión térmica de la energía solar, existe conversión fotovoltaica, mediante la cual es posible convertir directamente la radiación solar en electricidad, sin necesidad de cambiarla en calor, para eso se utilizan unas superficies cristalinas semiconductoras llamadas fotovoltaicas.

15. ENERGIAS RENOVABLES, energías que se producen en la tierra, por acción de fenómenos naturales como el sol, ríos (hidroeléctrica) y vientos (eólica), la biomasa, las olas del mar y las mareas o el calor interior de la tierra (geotérmica), por su naturaleza estos tipos de energía son inagotables.

16. ESTRATOSFERA, capa de la atmósfera superior a la troposfera, entre los 15 y 50 Km. de altura, se caracteriza por un ligero aumento de la temperatura, al contrario de la troposfera, la estratosfera, es muy seca, contiene la capa de ozono, cuya misión importante es la de filtrar los peligrosos rayos ultravioleta del sol.

17. FRIENDS OF THE HEARTH, o federación Internacional de Amigos de la Tierra, asociación ecologista presente en 51 países de todos los continentes. Se financia a través de las cuotas que pagan sus socios y de donativos de subvenciones, esta organización trata de elaborar proyectos de protección ambiental de ámbito nacional e internacional y ha creado un fondo de Solidaridad Ecológica Internacional para financiar proyectos de cooperación entre estados.

18. GAS INVERNADERO, gas que en la atmósfera se potencia por el efecto invernadero, el principal gas el dióxido de carbono ,que ha aumentado los últimos decenios a causa de la actividad humana, otro poderoso gas invernadero es el metano, cuya eficacia es 20 o 30 veces superior al dióxido de carbono, aunque su presencia en la atmósfera es mucho menor.

19. GREEN PEACE, Organización Ecologista Internacional, que se caracteriza por emplear la resistencia pacifica contra todas las acciones que consideran atentados contra la naturaleza, los aportes de sus 800,000 socios en el mundo, sufragan múltiples campañas contra: explosiones nucleares, caza ilegal de ballenas, focas y tortugas marinas, contra el vertido de desechos radioactivos y químicos en los océanos, construcción de centrales nucleares, industrias que emiten gases invernaderos y productos que provocan lluvias ácidas, la mayoría de las protestas de GREENPEACE, se llevan a cabo mediante acciones sorprendentes que captan la atención de los medios de comunicación para lograr el interés de la opinión publica.

20. HIDROCARBURO, sustancia de origen orgánico a base de carbono e hidrógeno, se presentan en forma de líquidos o gaseosos, tienen una gran importancia económica, ya que se utilizan como carburantes, combustibles,

etc. son combustibles fósiles, su combustión industrial genera alteraciones en el medio ambiente.

21. INVERSION TERMICA ,proceso climático que se produce cuando las capas superiores de la atmósfera se mantienen mas calientes que las inferiores, en el se paraliza el movimiento vertical y el aire frío permanece estancado cerca del suelo, se trata de una variación altitudinal de temperatura opuesta a la normal, lo que provoca que el aire no se renueve y la contaminación se mantenga en las zonas situadas alrededor del foco contaminante, por eso las grandes ciudades y las concentraciones industriales son las mas perjudicadas por este fenómeno.

22. LIXIVIADO, proceso de eliminación de los constituyentes solubles de una roca, sedimento, suelo, escombrera, etc., por las aguas de infiltración. Nombre que se da estos constituyentes solidos tras haber sufrido dicho proceso.

23. LLUVIA ACIDA , fenómeno contaminante que se produce al combinarse el vapor de agua atmosférico con óxidos de azufre y de nitrógeno, formando ácido sulfúrico y ácido nítrico y cuando estos caen sobre la superficie terrestre en forma de lluvia, afectan negativamente a los lagos ,arboles y otros cuerpos biológicos, por lo general esta lluvia se generan donde se queman combustibles fósiles, cuando la lluvia cae el mar, destruye el plancton, mientras que en los ríos y lagos provoca la muerte de la flora y fauna, así como corrosión y monumentos cuando la precipitación es sobre ciudades.

24. MADRID PROTOCOLO, acuerdo firmado en Madrid en 1991, por 39 países, que integran el tratado del Antártico, según el cual se prohíbe la explotación de

recursos minerales en la Antártida por un período de 50 años y se limita la exploración a fines científicos.

25. MONOXIDO DE CARBONO , gas incoloro e inodoro, que se forma por la combustión incompleta de los combustibles, es uno de los contaminantes mas comunes, ya que esta contenido en la emisión de los motores y calefacciones, el Co es dañino para la salud, ya que altera el sistema circulatorio y nervioso.

26. MONTREAL, protocolo de las sustancias dañinas para la capa de ozono, firmado el 16 de septiembre de 1987 en Montreal- Canadá, los 40 países participantes se comprometían a reducir las emisiones de CFC en un 50% ,para el año 2000.

27. OXIDO DE AZUFRE (SO₂) , es un gas que la atmósfera terrestre contiene naturalmente de la actividad biológica en los mares y la tierra, pero el oxido de azufre, producido por la actividad humana es muy elevado, lo que provoca la producción de lluvias ácidas a base de ácido sulfúrico.

28. OZONO, molécula formada por tres átomos de oxígeno y esta presente en las capas altas de la atmósfera en un porcentaje del 0,00001%, la mayor parte se halla en la estratosfera (entre los 20 y 40 Km de altura) en lo que se ha llamado la capa de ozono, esta actúa de paraguas ante las radiaciones ultravioleta del sol, perjudiciales para los seres vivos, ya que destruyendo toda forma de vida, la emisión del hombre de compuestos orgánicos clorados que se usan en la industria provoca un adelgazamiento de la capa de ozono y la filtración de los rayos UV.

- 29. PH** ,escala química numérica que mide el grado de acidez o basicidad en una solución, la escala es del 0 al 14, menores valores de 7 son ácidos y mayores de 7 son alcalinos o básicos.
- 30. RADIACION ULTRAVIOLETA (UV)** , radiaciones comprendidas entre los 4000 y 200 amstrong, son emitidas por numerosas fuentes naturales (sol y estrellas) y artificiales como lamparas de incandescencia y fuentes de hidrógeno, poseen una gran actividad química, tienen un efecto destructivo sobre los tejidos vivos.
- 31. RECICLAJE** , uso de materias primas de materiales que se consideran desechos, el reciclaje de algunas sustancias como el papel, vidrio o ciertos metales, cuyos precios son altos ,es deseable.
- 32. RELLENO SANITARIO**, centro final de los residuos que genera una zona urbana y reúne los requisitos sanitarios necesarios, acá se controlan y recuperan los gases y los lixiviados y se aplican técnicas de impermeabilización y monitoreo, se debe diferenciar entre un relleno sanitario y lo que se llama vertedero o basural incontrolado, que es un terreno en que se arrojan basura sin control alguno.
- 33. SATURNISMO**, enfermedad ocupacional, provocada por exposiciones prolongadas al plomo o a sus compuestos, es una de las principales enfermedades ocupacionales.
- 34. SMOG**, contaminación atmosférica que se caracteriza por la formación de nievas de sustancias agresivas a la salud y al medio ambiente, combinadas con una gran condensación de vapor de agua. Esta palabra deriva de la

contracción de las palabras inglesas **smoke** (humo) y **fog** (niebla) y se produce a causa de la inversión térmica en épocas de estabilidad atmosférica, existen dos clases de smog, el ácido y fotoquímico, el ácido es propio de ciudades con inviernos brumosos y estables lo que provoca la aparición del SO₂ y cenizas en el aire, el smog oxidante o fotoquímico, se debe a la presencia de oxidantes fotoquímicos, procede de la concentración en el aire del NO₂ y de contaminantes expulsados de motores de explosión y que por acción de los rayos solares reaccionan fotoquímicamente con los componentes del aire produciendo contaminantes de naturaleza oxidante como el ozono, agua oxigenada, etc.

35. WROLDWATCH CONVENCION DE, centro fundado en los EE UU en 1975, tiene su sede en Washington, y está dedicado al estudio de la energía y al medio ambiente, sus investigaciones cubren todos aquellos aspectos que intervienen en el desarrollo sostenible del planeta su informe anual conocido como LA SITUACION DEL MUNDO, se ha convertido en texto de referencia obligatoria para todas aquellas personas interesadas en los problemas del medio ambiente.

**REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL
DEL AIREA (5 HOJAS)**

(REVISAR EN FORMATO IMPRESO)