



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Estudio y Evaluación de la Contaminación del
Agua Debido a las Presas de Jales de las In-
dustrias Minero - Metalúrgicas en México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO METALURGICO

P R E S E N T A N
PABLO CASTRO SANCHEZ
JOSE ARTURO MORA MORA

MEXICO, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1978

M-922 87



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

PRESIDENTE : Prof. Manuel Gaviño Rivera

VOCAL : Prof. José Campos Caudillo

SECRETARIO: Prof. Ricardo Albarrán Luna

1er. SUPLENTE : Prof. Gregorio Solorio

2o. SUPLENTE : Prof. Enrique Curiel

Sitio donde se desarrollo el tema: Diversas Plantas de Beneficio localizadas en al República Mexicana, Laboratorio de -
la Facultad de Química y Laboratorios de Fomento Minero

Nombre completo y firma del sustentante: J. Arturo Mora -
Mora

Nombre completo y firma del asesor del tema: Prof. Ricar-
do Albarrán Luna

A MIS PADRES

CON TODO MI AMOR Y GRATITUD A
QUIENES HAN DADO TODO POR MI
REALIZACIÓN, COMO UNA MUESTRA
DEL LOGRO DE UN PASO EN EL IN-
FINITO CAMINO DE LA SUPERACION

A MI HERMANO ENRIQUE

A QUIEN LE AGRADEZCO INFINITA-
MENTE LA AYUDA BRINDADA DURAN-
TE MI CARRERA.

A MIS HERMANOS

ENRIQUE
MARGARITA
ROSA
REYNA
GUILLERMO
ANTONIA
JUANA
AUSBERTO

POR SU COMPAÑIA ,CRITICA Y
ESTIMULOS.

A MARIA EULALIA

CON TODO MI AMOR

MI AGRADECIMIENTO POR EL APOYO
Y COLABORACION BRINDADA

ING. MANUEL GAVIÑO RIVERA
ING. RICARDO ALBARRAN LUNA
ING. JOSE CAMPOS CAUDILLO

NUESTRO AGRADECIMIENTO POR LA COLABORACION BRINDADA

ING. ANDRES NIETO A.
ING. ROBERTO DIAZ
ING. ADOLFO LANGENSCHIEDT FIELD

Y A LAS INSTITUCIONES

INDUSTRIAS PEÑALES, S.A.
CIA. FRESNILLO
COMISION DE FOMENTO MINERO
UNIDAD TECAMACHALCO.

1.-	Introducción :	
1.1.-	Antecedentes	5
1.2.-	Alcance	11
2.-	Generalidades	16
2.1.-	Principales Industrias Mineras en México ...	20
2.2.-	Tipos de Procesos Usados para el Beneficio - de Minerales	24
2.3.-	Presas de Jales	87
3.-	Fundamento	107
3.1.-	Gasto de Agua usado en el Beneficio de Mine- rales	151
3.2.-	Principales Contaminantes en la Industria Mi- nera y sus efectos en el Ecosistema	115
3.3.-	Distribución en la República Mexicana y su - Potencial Económico de las Industrias Mine- ras en México	148
4.-	Parte Experimental	155
4.1.-	Plano de localización de las Industrias Mine- ras Estudiadas	157
4.2.-	Plan de Muestreo	161
4.2.1.-	Para todas las Plantas	163
4.2.2.-	Para cada Planta	166
4.3.-	Programa de Análisis	170
4.3.1.-	Análisis a Efectuar	174
4.3.12.-	Resultados Obtenidos	297
4.3.2.-	Principales Técnicas de Análisis ...	303
5.-	Conclusiones	316
5.1.-	Observaciones	318
5.2.-	Recomendaciones	319
6.-	Bibliográfica	322

1.- INTRODUCCION.

La contaminación es un fenómeno importante y complejo que se refleja preponderantemente en detrimento de la economía y salud de los pueblos. Desde el punto de vista sanitario, esta degradación es muy importante por los riesgos que puede acarrear en la satisfacción de las necesidades esenciales para la vida humana, el tipo y grado de contaminación depende del uso que se haga.

La causa verdadera de la degradación ambiental particularmente la contaminación del agua, refleja varios factores ajenos al número total de gente y concentración de la población. Estos factores incluyen, - desarrollos tecnológicos que han elevado el estándar de vida del hombre, permitiéndole ejercer demandas secundarias muy importantes sobre toda clase de recursos. A su vez, estas demandas se reflejan en la erosión de los suelos, ácidos de las minas, la creciente presencia de compuestos químicos en los escurrimientos de las zonas urbanas y la alterada salinidad en ríos utilizados para el riego.

En muchas zonas del mundo, estos diversos --- factores que actúan conjuntamente han producido una grave degradación en la calidad del agua. A su vez, la -- calidad degradada del agua ha sido la causa de epide--- mias, reducción de los valores tanto en peces como en -- la fauna silvestre, disminución de los rendimientos agricolas, aumento de sólidos sedimentados en puertos, y -- pérdidas en las industrias recreativas y turísticas. - Por tal motivo es de considerarse importante el desa---

rollo del presente estudio, que tiene aplicación directa a los problemas causados por la contaminación del agua debido a las presas de jales de las industrias minero metalúrgicas, esperando sea de utilidad a las Compañías Minero Metalúrgicas Peñoles y Fresnillo, así como para todas las compañías mineras que se encuentran en la República Mexicana.

Este trabajo inicialmente menciona algunos antecedentes y alcance de la contaminación del agua, seguida en forma generalizada se mencionan las principales industrias mineras en México, los tipos de procesos usados para el beneficio de minerales y sus presas de jales; posteriormente define el fenómeno de contaminación y sus fundamentos, como son: gasto de agua usado en el beneficio de minerales, principales contaminantes en la industria minera y sus efectos en el ecosistema, la distribución en la República Mexicana y su potencial económico de las industrias mineras en México, y finalmente estudia en forma detallada los planes de muestreo y los programas de análisis para las diferentes plantas de beneficio localizadas y estudiadas.

El objeto principal que se persigue, además - del aspecto técnico, es el de exponer un mensaje capaz de despertar interés y conciencia en las mentes jóvenes, para aceptar el desafío que presentan los problemas de contaminación de agua y ayudar a disminuir las pérdidas humanas y económicas, así como de los elementos vitales para la existencia de los seres vivos.

1.- INTRODUCCION

1.1.- Antecedentes.

Desde hace muchos años ha existido en los --- países industrializados, una creciente preocupación --- acerca de la relación que guardan los elementos, en la mayoría trazas como cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso -- (Mn), níquel (Ni), vanadio (V), cromo (Cr), cobalto --- (Co), iodo (I), selenio (Se), etc. muchos de estos son metales pesados como plomo (Pb), mercurio (Hg), cadmio- (Cd), los cuales pueden afectar las funciones metabóli-

cas del hombre directa o indirectamente. Normalmente -
estos elementos participan como catalizadores de reac--
ciones bioquímicas en los procesos fisiológicos: pero -
en altas concentraciones, pueden afectar la salud del -
hombre. De ahí que el hombre, vegetales y animales pue-
dan llegar a tener concentraciones muy elevadas de es--
tos elementos en sus cuerpos a través del aire, el agua-
y los alimentos ya contaminados.

Una vez absorvidos y transportados por la ---
sangre, estos elementos se van acumulando en los prin--
cipales órganos del cuerpo humano (pulmones, hígado, ri-
ñones, cerebro), los efectos nocivos de estos elementos
afectan al organismo de diferentes formas entre las cua-
les podemos mencionar las siguientes: En agosto de ---
1962 los habitantes de las colonias Miguel Aleman y ---
Eduardo Guerra, de la Ciudad de Torreón, acudieron an--
gustiados a las autoridades de Salud Pública locales, -
pues las dos terceras partes de ellos presentaban mani-
festaciones en la piel y síntomas de enfermedad gene---
ral, de gravedad variable. Algunos de los casos tenían
alteraciones en órganos, especialmente en el hígado; -

otros más habían fallecido. Dicha intoxicación estaba siendo provocada por la contaminación del agua potable con arsénico, proveniente de la compañía metalúrgica -- ubicada en las inmediaciones.

En 1953 en un multifamiliar recientemente --- inaugurado por la entonces Dirección de Pensiones en la Ciudad de México, se presentó un brote de infección intestinal, especialmente grave en el 10% de la población residente y que se originó por la contaminación del sistema de agua potable con aguas negras.

Estos son algunos ejemplos de los problemas -- agudos ocasionados por una contaminación súbita masiva, que se ha presentado en nuestro país y que ilustran sobre los daños de la salud de la población.

Se percibe claramente en estos dos ejemplos, -- que la causa del accidente agudo, es indiscutible que -- puede evitarse si se mejoran las condiciones y conocimiento de todo el que tiene contacto con el ambiente y -- asume su responsabilidad de preverlo. No se debe acep-

tar que se repita ningún problema agudo similar a los - que se han mencionado o que se produzca en el país algu- no otro que se haya presentado en el extranjero, diga-- mos por ejemplo la enfermedad de MINAMATA, de tan fata- les consecuencias en Japón, causada por la ingestión de pescados o mariscos que acumulan mercurio de las aguas- contaminadas.

La substancia causante de esta enfermedad --- (Minamata) es el clorometil mercurio y la fabrica que - expulsaba esta substancia era la planta de Minamata de- la Chisso Corp. (Nitrogeno S.A.) la mayor productora en el Japón de acetaldehido y la planta en Kase de la --- Showa Denki (Co. Electrica Showa).

Minamata es una pequeña ciudad localizada al- extremo sur de Japón, que se formó cuando llegaron los- obreros, al instalarse la planta en 1932 logrando la -- producción de acetaldehido a partir del acetileno utili- zando mercurio como catalizador.

La fabrica estuvo eliminando sus aguas de de-

secho en el mar por mucho tiempo; como el clorometil -- mercurio no es soluble en agua se fue adhiriendo a las algas o al placton del agua y asi llego a penetrar al cuerpo de los peces y al repetirse este proceso se elevó la concentración de dicha substancia; como los seres vivos ingieren aproximadamente diez veces el peso de su cuerpo es posible calcular que el grado de concentración de la substancia es diez veces mayor cada vez que pasa de un organismo a otro.

Asi el mercurio de Minamata presente en las aguas marinas en cantidades no detectables se encontraba en los peces relativamente grandes como el mújol o los pulpos, en cantidades que oscilaban de varias p.p.m. a algunas decenas de p.p.m. Cuando el hombre ingiere estos peces el mercurio alcanza de decenas de p.p.m. a centenas de p.p.m.

La mortandad de peces, ocurrida durante muchos años en dos de los grandes lagos, ha sido atribuida a substancias inorganicas (International Joint -----

Commission, 1951). Todas estas pérdidas han ocurrido - en áreas relativamente limitadas, tales como bahías y - corrientes de intercomunicación. En general, la mortandad de este tipo se atribuye a la presencia de cianuros, cloro y sales de cobre y hierro (International Joint -- Commision 1951). Una de las perdidas de peces más re-- cientes ocurrieron en el lago Erie, en Erie, Pensilva-
nia, en junio y septiembre de 1962 (U.S. Public ----- Healthservice 1963) la información relativa a estos dos casos de mortandad establecio simplemente que las cau-- sas fueron desperdicios industriales.

1.- INTRODUCCION.

1.2.- Alcance.

La contaminación es tan antigua como el hombre, aunque sus efectos empezaron a sentirse cuando aparecieron las primeras ciudades, como ésta, ubicada a la orilla de un río, 2,300 años A.C., en lo que es la India actual. Seguramente sufrió problemas de basura y drenaje y posiblemente de humo, ya que desde unos 3,000 años A.C., se habían desarrollado procesos metalúrgicos para obtener algunos metales por fusión de la materia -

prima. Aquí se representa un sistema ampliamente usado unos 1,000 años A.C., para obtener cobre en hornazas a cielo abierto, las que producían humo y vapores como -- consecuencia de las altas temperaturas.

La contaminación primitiva era muy diferente a la contemporánea, que puede definirse como la introducción en un sistema ecológico, afectando adversamente a los seres vivos del mismo y sus relaciones, de sustancias o artefactos producidos por el hombre, tales como productos elaborados; desperdicios del proceso de -- manufactura, desechos de consumo, sustancias derivadas de la combustión incompleta de los energéticos y las generadas por desgaste de máquinas o de productos elaborados.

La contaminación en nuestra época, afecta --- suelos, atmósfera, lagos, ríos, corrientes subterráneas y mares. Amenaza a la biósfera, la zona donde existen en forma exclusiva todos los seres vivos de la tierra, constituida por una envoltura extraordinariamente delgada del planeta. Abarca desde el lecho de los océanos, --

a no más de unos 200 metros de profundidad, hasta la --
línea de las nieves eternas que limita la vegetación --
alpina. Esta es la zona de importancia vital para el -
hombre, en la cual la contaminación, de no controlarse,
puede llegar a destruir la vida.

Aunque sea como una concepción elemental, la-
biosfera debe ser familiar para todos nosotros, lo mis-
mo que las múltiples, variadas e incesantes interaccio-
nes que se suceden en los ecosistemas y que permiten --
la presencia de la vida, increíblemente variada resisten
te y fragil a la vez, con mecanismos protectores limitad
os.

Dentro de un enfoque ecológico, la vida puede
definirse como un ciclo interminable de creación (naci-
miento), desarrollo, reproducción, degeneración, muerte,
transformación química de los organismos muertos y, de-
nuevo, nacimientos; ciclo ligado inexorablemente a la -
existencia de agua, oxígeno, otros elementos químicos, -
luz solar y fotosíntesis.

La fotosíntesis, en muy breves palabras, consiste en el mecanismo por medio del cual la clorofila de las plantas utiliza la energía solar, el bióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O) para producir oxígeno (O_2) y sustancias alimenticias con la fórmula química CH_2O (Hidratos de carbono). En esta forma, la energía solar es procesada por las plantas y transformada en alimento que nutre a animales y hombre.

El agua sirve de habitat para flora y fauna o es parte integrante de los organismos. En el mar viven animales y plantas microscópicas. Estas últimas producen el 70% del oxígeno atmosférico.

Los contaminantes dentro de las cadenas alimenticias pueden llegar al hombre en altas concentraciones. Las cadenas alimenticias son numerosas y muy complejas. Se establecen desde los elementos nutritivos más elementales a los primeros seres vivos que los utilizan y subsecuentemente, en eslabones progresivos; siendo cada eslabón, primero, consumidor de alimento y luego, alimento a su vez.

En el agua, los pequeños peces y crustáceos - son ingeridos por peces progresivamente mayores y estos, en última instancia, por el hombre. De ahí que la concentración de un contaminante, del primero al último -- eslabón (que puede ser el hombre), llegue a ser muy alta.

Este fenómeno sucede como consecuencia de lo que podría llamarse Era Moderna de la Contaminación, -- consecuencia de la explosión demográfica, el progreso tecnológico y la Revolución Industrial.

2.- GENERALIDADES.

El presente estudio fué posible llevarlo a --
cabo debido a la cooperación de las Compañías Minero --
Metalúrgicas Fresnillo y Peñoles, por concederme la es-
tancia en sus diferentes plantas de beneficio, con el -
fin de hacer el estudio de la descarga de agua residual
y determinar el grado de contaminación que esta tenga.-
Se considera de suma importancia, ya que en la mayoría-
de los casos el agua residual es descargada a los rios-

ó bien es retenida por medio de lagunas, que tiene como finalidad eliminar el agua por evaporación.

Cualquiera que sea el método de eliminación - no se puede aprovechar, ya que normalmente presenta parámetros de contaminación iguales o cercanos a los maximos tolerables, los cuales se discutiran en la parte experimental.

Las aguas de desecho industrial, contienen -- compuestos químicos muy variados, incluyendo a veces -- sustancias tóxicas que afectan la flora, la fauna acuatica y directa o indirectamente al hombre.

Los contaminantes químicos, se estan convir-- tiendo en un peligro inminente para la salud, principalmente en las regiones industriales, debido a que muchos de ellos tienen una gran persistencia y a su caracteristica de que aparentemente no desarrollan resistencia en el hombre, por el contrario, muchos de ellos son tóxi--cos acumulativos, de ahí la gran responsabilidad para -

el control de la contaminación del agua.

Las necesidades de agua en el país en función del proceso de desarrollo urbanístico e industrial, --- están creciendo en forma geométrica; se tiene el dato - del consumo industrial, el cual en 1960, alcanzaba sólo el 7.5% del total del agua consumida en el país, en --- usos municipales, agrícolas e industriales. Para 1980, de acuerdo con la tasa de crecimiento industrial, se -- espera que represente el 20% de este mismo total, lo -- que constituye aproximadamente un crecimiento del 200%- y por consiguiente dicha cantidad de agua demandada por la industria para sus procesos va en aumento, y por con- siguiente las aguas residuales, con los problemas de -- contaminación que ocasionan en los cuerpos receptores.

El grado de contaminación, depende del uso -- que se haga de este recurso, para nuestro caso estamos- considerando únicamente para el proceso de Flotación -- selectiva, uno de los métodos más empleados en la actua- lidad para la concentración de minerales, esto es claro

sin descartar los otros métodos que existen como lo ---
son: Lixiviación, Cianuración, Concentración Gravime--
trica, Amalgamación, empleados por otras Plantas de Be-
neficio que se encuentran en las diferentes partes de -
la República y que se mencionarán más adelante.

2.- GENERALIDADES.

2.1.- Principales Industrias Mineras en México.

México es, por tradición, país minero. A --- esta actividad se debe el surgimiento de muchas de las grandes ciudades, además de tener influencia definitiva en las vías de comunicación que sentaron las bases de - su desarrollo.

Las técnicas de exploración, Explotación, Be-

neficio, Fundición y Afinación de metales en México han pasado por varias etapas: la primera, durante la Dominación Española.

Terminando la Dominación Española, la minería mexicana por falta de recursos económicos propios, es invadida por compañías extranjeras especialmente inglesas, alemanas, francesas y norteamericanas, quienes, -- junto con sus capitales, traen también su tecnología y a los ingenieros encargados de aplicarla y administrarla.

En 1961 se inicia con una nueva Ley Minera su mexicanización a base de incentivos fiscales a las empresas con mayoría de capital mexicano, se consigue, en sólo 16 años, que el 98% de la producción minera del país provenga de las siguientes Industrias Mineras:

- 1).- Industria Peñoles, S. A.
- 2).- Industrial Minera México, S. A.
- 3).- Cía. Real del Monte y Pachuca, S. A.
- 4).- Cía. Fresnillo, S. A.

- 5).- Cia. Minera de Cananea, S. A.
- 6).- Cia. Carbonera La Saucedá, S. A.
- 7).- Cia. Minera Nacozari, S. A.
- 8).- Cia. Minera Magistral del Oro, S. A.
- 9).- Cia. Minera La Campaña, S. A.
- 10).- Cia. Minera Mexicana de Avino, S. A.
- 11).- Cia. Cerro de Mercado, S. A.
- 12).- Impulsora Minera de Angangueo, S. A. de C. V.
- 13).- Minera Reina del Cobre, S. A.
- 14).- Rosario México, S. A. de C. V.
- 15).- La Florida de Muzquiz, S. A.
- 16).- La Encantada, S. A.
- 17).- Impulsora Minera e Industrial de Baja California, S. A.
- 18).- Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada, S. A.

- 19).- Cia. Minera Serrana, S. A.
- 20).- Cia. de Cobre de Sonora, S. A. de C. V.
- 21).- Cia. Cuprifera "La Verde", S. A.
- 22).- Cia. Mexicana de Cobre, S. A.
- 23).- Cia. Minera Autlan, S. A. de C. V.

Debido a que nuestras explotaciones mineras - se remontan a varios siglos, existen en México todavía algunas que no han alcanzado el grado de productividad conveniente, en vista que resulta altamente costosa la adaptación de este tipo de operaciones a los sistemas modernos de minado: sin embargo, en las unidades minero metalúrgicas iniciadas en la última década, se observa una tecnología y una productividad a la altura de las mejores del mundo.

2.- GENERALIDADES.

2.2.- Tipos de Procesos usados para el Beneficio de Minerales.

Este capítulo se dedica al estudio de un ----
cierto número de métodos de concentración, de importan-
cia relativamente reducida desde el punto de vista de -
las cantidades tratadas, pero sumamente útiles en condi-
ciones impuestas por la forma de encontrarse los minera-
les.

La separación en la interfase líquido-líquido se efectúa en cierto número de procesos que, aparentemente, no están relacionados, uno de los cuales es el de flotación por espuma. Los otros procesos de concentración empleados son: amalgamación, flotación en aceite, granulación en aceite, la mesa de grasa concentradora para diamantes, el proceso magnético Murex, Percolación y otros métodos ya tradicionales como: Concentración Gravimétrica, Lixiviación, Cianuración, y que se describen a continuación:

FLOTACION

La flotación es el más moderno, eficaz y de mayor aplicación, aunque también en muchos aspectos, el más complejo de todos los métodos de concentración de minerales.

El mecanismo esencial de la flotación comprende la anexión de partículas minerales a las burbujas de aire, de tal modo que dichas partículas son llevadas a la superficie de la pulpa mineral, donde pueden

ser removidas.

Este proceso abarca las siguientes etapas:

- 1.- Moler el mineral a un tamaño lo suficientemente fino para separar los minerales valiosos de los minerales de ganga adherentes.
- 2.- Preparar las condiciones favorables para la adherencia de los minerales seleccionados a las burbujas de aire.
- 3.- Crear una corriente ascendente de burbujas de aire en la pulpa del mineral.
- 4.- Extraer la espuma cargada de mineral.

Aunque la molienda no forma parte de la flotación, si influye sobre manera, ya que en la etapa de la molienda, los minerales valiosos deben ser liberados -- completamente de la ganga para lograr resultados ópti--

mos en el proceso. Sin embargo, en la práctica a menudo esto no es económicamente factible, y aún cuando se logre una separación completa pueden presentarse otros factores negativos para el proceso. Por ejemplo, los molinos de bolas o barras generalmente usados para la molienda pueden formar considerables lamas de ganga que complican las subsiguientes etapas de flotación.

Para obtener la adherencia de las partículas minerales a las burbujas de aire se debe formar una película de superficie hidrofóbica (repelente al agua) sobre las partículas a flotar y una película hidrofílica (humectable) sobre las de ganga.

Esto se logra por medio de reactivos químicos y la selección de éstos constituye el problema del metalúrgista a cargo del beneficio.

La creación de una corriente ascendente de burbujas de aire se logra con una máquina de flotación, la que produce burbujas bien sea mediante la agitación-

mecánica de la pulpa del mineral, y/o la introducción - directa de aire bajo presión. Estas operaciones pueden considerarse como los aditamentos mecánicos del proceso de flotación.

REACTIVOS QUIMICOS

Los compuestos químicos vienen a ser como las vitaminas de la flotación. Normalmente están presentes en cantidades tan pequeñas que sólo pueden identificarse fácilmente para los efectos que ejercen sobre el comportamiento de las superficies, pero, no obstante su -- presencia en cantidades y calidades adecuadas es un --- factor indispensable en ésta operación.

Los compuestos químicos se emplean en la flotación con dos objetivos principales: comunicar a determinadas especies minerales propiedades que las permitan adherirse a las burbujas de aire y dotar de estabilidad a las películas de éstas burbujas.

El primero de éstos objetivos suele alcanzar-

se normalmente mediante una reacción iónica cuya naturaleza es completamente independiente del carácter orgánico o inorgánico del reactivo.

La estabilización de espumas es un fenómeno de tensión superficial que no implica ninguna reacción química.

La técnica de flotación sólo está interesada en un número relativamente reducido de clases de compuestos orgánicos, principalmente en algunos ácidos, bases, compuestos hidróxilo y fundamentalmente por los hidrocarburos. Para fines de estudio el interés se limita a los primeros 18 hidrocarburos de la serie, ya que los restantes no se emplean en la flotación, aunque hoy en día los hidrocarburos no tienen demasiada importancia como reactivos de ésta técnica pero son importantes debido al hecho de que constituyen el punto de partida imprescindible.

COLECCION

Cuando un mineral es molido, cada una de las múltiples particular fracturadas que quedan separadas -- poseen una energía superficial que se calcula ser igual a la energía requerida en su separación. Estas superficies recientemente expuestas, pueden considerarse activas y reactivas (por medio de adsorción) a otras moléculas.

Cuando se añade un reactivo químico a una pulpa mineral, ésta adsorción se promueve y proveerá la -- capa de moléculas especiales a la superficie del mineral.

La naturaleza de las fuerzas atrayentes entre el reactivo químico y la superficie del mineral ha sido tema de numerosos trabajos preparados por A.M. Gaudin, A. F. Taggart y muchos otros. Las teorías propuestas -- incluyen la teoría química o de solubilidad que tiene -- como postulado la formación de un compuesto metalorgáni

co en la superficie de un mineral. Otras teorías incluyen la adsorción que comprende la adición de un reactivo químico como un ión, como una molécula, una capa y una multicapa.

Este fenómeno se conoce con el nombre de Coleccion y los reactivos químicos que lo determinan con el de Colectores.

Colectores o Promotores son aquellos que imparten a los minerales que se desea flotar una superficie hidrofóbica.

Estos no cubren la superficie del mineral completamente sino que la cubren en forma de parches. Así se mantiene cierta energía superficial para el adherimiento de las burbujas.

Estos reactivos tienen preferencia o selectividad en mayor o menor grado por cierta clase de minerales. Su selectividad puede ser acrecentada por medio -

de un cuidadoso control de las cantidades empleadas y - por la adición de agentes modificadores.

Los colectores se clasifican en dos grupos: - Aniónicos y Catiónicos. Un colector es aniónico si la parte que imparte repelencia al agua a la superficie -- del mineral conduce una carga negativa. Si por el contrario ésta parte del colector está cargada positivamente, el colector es catiónico. Los colectores efectivos son generalmente heteropolares, lo que quiere decir -- que una parte del ión es polar o humectable y la otra parte es no polar o similar en naturaleza a un hidrocarburo. Los colectores son capaces de adherirse a las superficies de los minerales con la parte no polar haciaafuera para impartir repelencia al agua.

La experimentación realizada en el transcurso de mucho tiempo puso de manifiesto que el único material que flota son los hidrocarburos sólidos (repelentes al agua). El problema de la flotación estriba en -- poder producir superficies de tipo hidrocarbonado en -- los minerales no-hidrocarbonados.

El uso de agua al moler reduce la presencia - de gases atmosféricos (como el oxígeno) que si fueran - adsorbidos antes que el colector, podrían formar una - primera capa en la superficie del mineral impidiendo el contacto subsecuente de otras moléculas.

Los minerales indeseables no quedan cubiertos de colector por lo cual se mojan rápidamente, perdiendo su energía superficial al absorber las moléculas de --- agua. La energía tan débil que les queda no les permite adherirse a las burbujas por lo cual se mueven con - la fase acuosa (depresión).

Los ácidos grasos ($R\text{ COOH}$) (donde R es un radical hidrocarbonado alifático) y sus sales se emplean en la flotación para lograr una adherencia selectiva de burbujas a determinadas especies mineralógicas.

El primer colector que se empleó fué el ácido oleico (octadecanoico $C_{18}H_{34}O_2$) que se considera es - un derivado del 9 octadeceno mediante la oxidación de - un carbón terminal en el que se produce el grupo:

R - C (ácido graso aniónico)

No polar Polar

que se ioniza en el agua debido a la ruptura del enlace O-H. Otros colectores son los xantatos y los aerofloat.

Los xantatos comerciales son sales de sodio y potasio del ácido xántico (o ditiocarbónico, $RO\text{CSSH}$) - que se forma alrededor de un carbón terminal de un hidrocarburo alifático.

La base de los aerofloat, son los ácidos ditiوسفóricos $(RO)_2\text{PSSH}$. Los radicales hidrocarbonados que se emplean corrientemente son el cresílico, el etílico, el propílico y el butílico.

AGENTES MODIFICADORES

MODIFICADORES DE SUPERFICIE:

El modificador de superficie de las partículas minerales para mejorar la selectividad del proceso-

de flotación, es probablemente la función más importante y compleja que llevan a cabo los agentes modificadores.

Para que el agente modificador de la superficie sea efectivo, debe adherirse selectivamente a un mineral o grupo de minerales contenidos en el mineral en bruto.

El resultado puede entonces ser tanto la activación como la depresión del mineral cuya superficie se ha modificado.

Por regla general, una alimentación de flotación contiene una mezcla generalmente de muchos minerales divisibles por lo menos en parte, en grupos que están relacionados químicamente pero que son casi completamente independientes entre si desde los puntos de vista tecnológico y comercial. Las consideraciones económicas exigen su separación, mientras que las relaciones químicas tienden a que los miembros de un grupo se com-

porten de modo análogo en los procesos químicos y fisicoquímicos, tales como los de recubrimientos con colector.

La solución del problema que aquí se presenta tiene dos facetas bien definidas: Evitar que una de -- las dos especies relacionadas responda a la acción de -- un colector que normalmente suele ejercer su acción sobre ámbos (DEPRESION) y provocar la susceptibilidad de -- una especie en un medio en el que generalmente no respondería a la acción del colector (ACTIVACION).

El método a seguir ha de ser consecuencia lógica del mecanismo general del recubrimiento con colectores. Como ésto implica la reacción de un ión de la -- superficie del mineral, la activación estriba en cam---biar un ión superficial que es inactivo respecto al colector por otro tipo activo, o sea que mejora la adsorción del colector. inversamente, la depresión exige la desactivación selectiva de una de las superficies, es--decir inhibir o impedir la adsorción de un colector por

una partícula de mineral impidiendo por tanto una flota
ción.

El recubrimiento por las lamas es un fenómeno que suele registrarse cuando existe una recuperación -- poco satisfactoria através de todo el intervalo de tamaños de partículas.

La inhibición de la adherencia de burbujas por el recubrimiento con lamas es de un carácter completa-- mente mecánico. En este caso, la activación implica o bien evitar la formación del recubrimiento o bien la -- eliminación del recubrimiento ya existente.

El evitarlo es más fácil y normalmente se con
sigue mediante la adición de un agente dispersante (so-- sa cáustica por ejemplo) que ayuda a la selectividad y-- que como su nombre lo dice ejerce una acción dispersante sobre las lamas y coloides reduciendo la tendencia de -- ámbos de absorber reactivos (colectores) y formar capas sobre los minerales.

Por regla general, los agentes dispersores -- suelen formar compuestos ionizables y relativamente insolubles con el sólido. En consecuencia, las partículas se ven repelidas por sus cargas superficiales que evitan que establezcan contacto. Si las partículas de mineral flotable y las de lama tienen cargas iguales, ésto es mas que suficiente para evitar el recubrimiento.

La depresión implica operaciones más variadas que la activación y se orienta hacia mucho más minerales. Las operaciones de depresión consisten en la inhibición de la activación, la separación de recubrimientos activadores, destrucción de recubrimientos colectores -- ya existentes, bloqueo mecánico de una superficie al -- acceso de las burbujas, producción de una superficie -- hidrófila y muchos otros tipos de operaciones.

Los agentes depresores son de carácter predominantemente iónico y, en general, en la depresión de -- minerales que normalmente responden a la acción del colector, el ión activo es del mismo signo que el también activo del colector.

COLOIDES ORGANICOS

Los coloides orgánicos se emplean para proteger ciertas superficies minerales (de ganga) contra la acción de otros agentes de flotación (colectores) evitando así su flotación. Como resultado, todos éstos compuestos pueden considerarse como depresores que, cuando se emplean en exceso, pueden impedir toda flotación. Su principal aplicación es en minerales que contienen arcillas. Con éstos minerales los coloides orgánicos a menudo reducen el consumo del colector, a la vez que mejoran la depresión (dispersión) y depresión de lamasa de ganga. El almidón es uno de éstos coloides y se emplea en la flotación de minerales no metálicos como la fluorita.

REGULADORES DE pH:

Con raras excepciones, la efectividad de todas las clases de agentes de flotación depende en gran parte del grado de alcalinidad o acidez de la pulpa de flotación. En consecuencia, uno de los objetivos fundamentales de la investigación, es descubrir el valor óptimo del pH para determinada combinación de reactivo-

y mineral.

En los procesos de flotación los circuitos al calinos son generalmente empleados para el tratamiento de minerales no metálicos.

Los reguladores del pH son los ácidos y los álcalis.

TEMPERATURA:

La mayoría de los minerales no metálicos flota con más facilidad y mayor selectividad en agua caliente que en agua fría. Además, en circuitos de agua caliente el consumo de reactivos es generalmente menor -- que en los de agua fría. En particular la flotación de fluorita ha mejorado notablemente en algunas plantas -- con el uso de agua caliente.

El control de temperatura se hace a un nivel -- más o menos constante es un factor importante en el --- tratamiento de minerales por flotación.

ACONDICIONAMIENTO:

La mayor parte de los minerales requieren --- acondicionamiento con reactivos de flotación en un agitador antes de la flotación. En algunos casos se obtienen mejores resultados acondicionando con una alta densidad de pulpa; otras veces el acondicionamiento puede -- llevarse a cabo con la misma densidad de pulpa que se - requiere para la flotación, sin efectuar adversamente los resultados. El tiempo de acondicionamiento puede - variar desde una fracción de minuto a varios minutos o - hasta cerca de una hora.

ESPUMACION:

La producción de espuma persistente, de se--- lectividad deseada, es de la mayor importancia para obtener éxito en las operaciones de flotación.

En su forma más sencilla, la espumación lleva consigo la introducción de aire en un líquido de tal -- modo que éste se descompone en proporciones relativamente

te pequeñas (las burbujas). En estas condiciones no se forma espuma en la superficie del líquido puro; en consecuencia es evidente que uno de los requisitos de la espumación es el prolongar la vida de las paredes de las burbujas.

El remedio obvio es reforzar las películas de las burbujas lo que implica un aumento en la tensión superficial (de éstas). El procedimiento usual debe ser la adición de un soluto a la pulpa, lo que rebaja la tensión superficial del agua.

El agua tiene una alta tensión superficial, más alta que cualquier otro líquido (a excepción de los metales líquidos como el mercurio); entonces cualquier producto líquido que se añade al agua tendrá el efecto de reducir ésta tensión superficial. La facultad de reducir la tensión superficial del agua, es una característica de los ESPUMANTES.

Los espumantes son generalmente compuestos --

orgánicos de una solubilidad limitada en el agua, razón por la cual se adsorben en la pulpa, es decir que se concentran en la interfase agua-aire.

Las moléculas del espumante responden a ésta condición y son atraídas hacia la superficie en contacto con el aire creando una película que estabiliza la burbuja.

Las moléculas de agua tienen entre si (ellas) una atracción mayor que la que existe en la solución entre el espumante y el agua.

Se puede considerar que los espumantes forman moléculas alargadas cuyas dos extremidades tienen propiedades opuestas. Un extremo, el no polar (afin al aire) que tiene un radical hidrocarbonado y repele el agua (extremo hidrofóbico). El extremo polar es un hidroxido afin al agua (extremo hidrofílico).

En los principios de flotación se empleaban aceites en grandes cantidades para separar los minerales de una mena. Desde entonces se notó que el aire --

favorecía la producción y separación de la espuma y esto condujo a la inyección mecánica del aire a la pulpa. Los aceites fueron menos necesarios y se enfocó la tensión en el comportamiento de una limitada selección de sustancias aceitosas para producir espuma. Los espumantes principales que se afirman al ir mejorando la técnica de la flotación son: el ácido cresílico, el aceite de pino, los alcoles alifáticos (hidroaromáticos), los homologos de fenol y los glicoles.

ADHERENCIA DE BURBUJAS:

La explicación se basa sobre la adhesión relativa de los gases y de los líquidos a las superficies de los sólidos. El agua desplaza al aire en las superficies limpias del mineral poniendo de manifiesto que las moléculas de mineral ejercen mayor atracción sobre las de agua que sobre las de aire. En las superficies hidrocarbonadas el aire desplaza al agua.

a).- Flotación por espuma.

La flotación por espuma es un proceso que tie

ne por objeto preparar la separación por gravedad una mezcla de minerales finamente divididos. Esto se efectúa provocando la adhesión selectiva de burbujas de gas a una determinada especie mineral cuando la mezcla esta sumergida en agua. La zona de separación verdadera es aquella en la que se verifica esta adherencia. La fuerza de separación fundamental se origina en las diferencias de las energías interfaciales flúido-sólido, que generalmente, se conoce con el nombre de tensión superficial. Las fuerzas que intervienen posteriormente para efectuar los desplazamientos visibles y relativamente grandes de las partículas que conducen a la separación final, son la fuerza de la gravedad y la resistencia del fluido, que actúan en sentidos opuestos.

b).- Amalgamación.

La amalgamación es un procedimiento de concentración en el que los metales nativos se separan de los minerales no metálicos de la ganga mediante mojado selectivo de las superficies metálicas por el mercurio en presencia de agua, mientras que es el agua el agente humectante selectivo de los minerales no metálicos. Esta

separación se representa en los dibujos de la figura --
número uno (1).

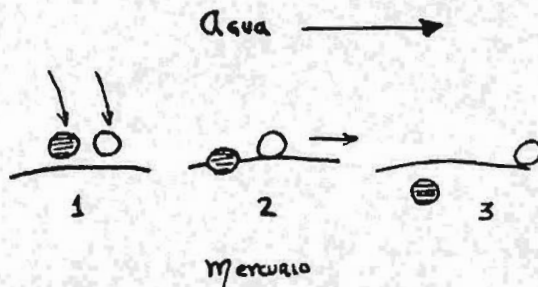


Fig. No. 1.- Llegada simultánea de una partícula de oro (rayada) y otra de cuarzo, a la interfase-mercurio-agua.

El mercurio suele fijarse normalmente de al--
gún modo, bien como una película relativamente espesa -
depositada sobre una placa de cobre, bien formando un -
pequeño remanso en una acanaladura de un canal. La ---
mezcla de las partículas metálicas y no metálicas se --

ce deslizar sobre el mercurio arrastrando con una corriente de agua. Cuando las partículas no metálicas inciden sobre la superficie de mercurio, éste no las moja, y debido al peso específico muy superior del mercurio, dichas partículas quedan flotando y son arrastradas por la corriente. Cuando una partícula metálica choca contra la superficie de mercurio, y partiendo del supuesto de que ambas están limpias, el mercurio se extiende por la superficie de la partícula de modo análogo a como el agua se eleva en un capilar. Ahora bien, según sea la densidad de la partícula metálica, pueden ocurrir dos cosas. El oro se hunde, como se indica en la figura 1.3, de modo análogo a como lo hace una aguja limpia que se coloca en una interface aire-agua; la plata flota figura 1.2, pero se mantiene inmóvil por efecto de la elevada tensión interfacial (375 dinas/cm) del agua-mercurio.

Los aparatos empleados en la amalgamación están constituidos por diversos tipos de dispositivos para: a).- Mantener una o varias masas de mercurio fijas en su sitio frente a la fuerza de arrastre de una co---

riente de pulpa, garantizando, al mismo tiempo, que -- las partículas metálicas incidan sobre la interface mercurio-agua; b).- Para dispersar el mercurio en gotitas finas a través de la pulpa de tal modo que se provoque -- una serie de colisiones al azar entre dichas gotas y -- las partículas metálicas, y a continuación recoger por separación gravimétrica (gravitatoria) la amalgama así formada. Fundamentalmente, ambos aparatos combinan las operaciones gravitatoria y de mojado selectivo, pero en orden inverso.

Las Placas de Amalgamación son planchas metálicas, casi siempre de cobre, o a veces plateadas, inicialmente recubiertas en una de sus caras con 100 a --- 270 m/m^2 de una amalgama constituida por una parte de plata y dos de mercurio. La amalgama se aplica con una brocha en la superficie limpia de la placa y su consistencia (que es más rígida gracias a la plata) es tal, -- que aunque se deforma fácilmente haciendo presión con -- un dedo, dicha presión no provoca la extrusión del mercurio. Durante el funcionamiento esta consistencia se-

mantiene espolvoreando mercurio sobre la placa para reducir la rigidez ocasionada por el metal captado de la mena.

Las placas se colocan en la corriente de pulpa en tal forma y lugar que llegue la corriente a incidir en ellas con la turbulencia que sea compatible con la ausencia de rayado.

Las Placas Durmientes son artesas anchas y poco profundas, cuyo fondo está constituido por las planchas amalgamadas. Según el volumen de la corriente, el tamaño de las partículas y la densidad de la pulpa, la pendiente de estos aparatos es de 1:12 á 1:42. Indicio de que se ha logrado la combinación correcta es el riza miento de la superficie de la pulpa y la total ausencia de bancos de arenas. A lo largo del recorrido, se espa cian pequeñas (1,25 á 10 cm.) caídas de nivel, cuya --- eficacia se pone de manifiesto por el aumento en la re cogida de metal debajo de ellas. El área de las plan-- chas oscila entre 0,1 y 0.55 m² por tonelada/día, sien-

do tanto menor cuanto mayor sea el tamaño de las partículas del metal que se desea captar. Las placas pueden colocarse en el fondo de la artesa de un bocarte -- (placas de batido) o formando un ángulo muy pronunciado enfrente de las cribas del mismo (planchas de salpicadura). Estos puntos reúnen condiciones muy favorables para recuperar el oro, pero las placas de batido experimentan una escoriación tan acentuada, que su utilidad es dudosa. Puede captarse algún metal colocando planchas en los canales que se montan a continuación de las placas durmientes.

La amalgama se separa de las placas rascándola con una espátula o instrumento análogo.

Los Amalgamadores de Cajón abarcan una gran variedad de dispositivos en los que el mercurio o las amalgamas relativamente diluidas y fluidas se mantienen en remansos que se encuentran a un nivel inferior al de la superficie para la que discurre la corriente. Las acanaladuras de un canal cumplen esta misión cuando el-

mercurio se alimenta en cabeza. Los cepos son cajas de captación que se encuentran en el fondo de los canales, generalmente provistos de deflectores que se proyectan dentro de aquéllos para producir masas de arena hidros-cilantes. El mercurio que se vierte al canal se recoge en el fondo del cepo que preserva al metal captado de la escoriación. Los Molinos Amalgamadores son un pequeño grupo de molinos de tambor de rodillos que funcionan de modo discontinuo, en los que los concentrados obtenidos por gravedad que contienen metales preciosos se mueven en presencia de mercurio. Con la doble finalidad de depurar el metal y de que el mercurio no forme compuestos insolubles con un ión derivado de los concentrados o que se recubran con una película de grasa, se emplean varios reactivos: álcalis, cloruro amónico, agentes oxidantes y, a veces, cianuro alcalino.

El metal captado se recupera de la amalgama filtrando en primer lugar, el mercurio libre en un filtro constituido por gamuza o lona tensada y, a continuación, destilando el residuo en una retorta para evapo-

rar el mercurio que está adherido al metal sólido.

El rendimiento del oro en la amalgamación alcanza cifras superiores al 95 por ciento cuando dicho metal forma partículas relativamente gruesas y las superficies no están empañadas o recubiertas por películas adherentes de sustancias extrañas. El rendimiento de la plata viene a ser un 25 por ciento menor. Las pérdidas de mercurio empleado son menores del uno por ciento cuando las placas durmientes u otras no están sometidas a escoriación intensa, hasta el 25 por ciento en cajas pequeñas de esclusas sobrecargadas y deficientemente atendidas. Los gastos de la operación son bajos, y el metal recuperado tal como se obtiene se puede vender como si fuera lingote, y se afina muy económicamente, por regla general.

c).- Flotación con Aceite.

La flotación con aceite constituye el precedente de la flotación por espumas, En aquel proceso, la levitación se logra con gotas de aceite, exigía una-

pulpa desprovista casi por completo de lamas y del mismo tamaño limite que para la flotación por espumas, y una operación muy cuidadosa para evitar, por una parte, una extrema subdivisión del aceite, y por otra, una sobrecarga de la interfase aceite-agua. Se venía a precisar una tonelada de aceite por tonelada de sólido en una pulpa acuosa con un contenido en sólidos del 20 al 30 por ciento, y, como es lógico, la recuperación del aceite para volverlo a emplear. El aceite era un residuo moderadamente viscoso de petróleo de un intervalo de destilación bastante amplio y, a menos que ya contuviese un selector selectivo adecuado para el mineral deseado, había que proceder a la adición de éste. Los índices de rendimiento y las leyes del concentrado de este proceso eran bajos.

d).- La Granulación en Aceite

La granulación en aceite fue el precedente inmediato de la flotación por espumas, y exigía la adición de 10 a 25 kg. de aceite colector tensoactivo o de una mezcla de aceites (por ejemplo, ácido oleico o una-

mezcla de éste con petróleo) en una etapa de agitación-análoga a la practicada en la flotación con agitación mecánica. Este paso iba seguido por un periodo de agitación lenta en un agitador circular sin deflectores. - Al cabo de unos minutos de tal tratamiento, el mineral-colectable formaba esferoides del tamaño de perdigones, mientras que el otro mineral no era afectado. A continuación, la separación podía efectuarse por medios gravimétricos. La reducción progresiva del aceite, hasta unos 3 kg. por tonelada de mena, vino a parar en el des cubrimiento del proceso de espumas con agitación mecánica.

Cuando este proceso es seguido por el examen de muestras sucesivas de pulpa en un microscopio de pocos aumentos, la secuencia de las etapas parece ser la siguiente: 1).- Recubrimiento del mineral con aceite; 2).- Precipitación selectiva del gas con desplazamiento casi inmediato del mineral a la interfase aceite-agua, haciendo que el aceite se extienda alrededor de la burbuja y entre el aire y el sólido; 3).- Aumento progre

sivo del aceite y del mineral, que se va adhiriendo a --
 la interfase aceite-agua; 4).- Desprendimiento de la --
 burbuja al romperse a través de la porción más delgada,
 dejando una masa de aceite semiesférica en forma de co-
 pa, cuya parte externa queda recubierta de sólidos y --
 con espesor muy pequeño, como el del papel, alrededor --
 del borde de la superficie por la que escapó la burbuja;
 5).- Apilotamiento de esta masa formando esferoides --
 del tamaño de un perdigón en el que el aceite se espesa
 con el sólido contenido.

e).- Mesa de Grasa.

La mesa de grasa para los diamantes es típico
 entre un cierto número de aparatos patentados en los --
 que la superficie por la que fluye la pulpa líquida es-
 tá revestida con grasa consistente o aceite consistente
 adhesivo. Como la grasa no es más que un aceite, la su-
 perficie selectiva es una ^{que se forma al de} interfase aceite-agua, en la-
 que el aceite se mantiene en un estado lo bastante lí-
 quido para extenderse sobre el mineral, pero desamasia-

do consistente para ser arrastrado por la corriente de agua que fluye por él. Por tanto, como el diamante es carbono mojabable por el aceite sin reacción química alguna, se recubre de grasa y queda retenido por ésta, ---- mientras que las arenas que lo acompañan, que precisarían de un colector químico para poder ser mojadas por el aceite, no se agarran a la grasa, y se van con el agua. Este tratamiento se suele emplear industrialmente para separar los diamantes de las arenas pesadas que forman el preconcentrado de diamantes.

f).- Procedimiento Murex.

El procedimiento Murex implica un embadurnamiento selectivo de la superficie de ciertos minerales en una pulpa acuosa por una suspensión de magnetita en aceite de petróleo, a la que, si es necesario, se ha -- añadido del colector para el mineral que se desea separar. A continuación, el mineral embadurnado se separa por concentración por gravedad. Este proceso se emplea en un lavadero de estaño, en Bolivia, para extraer la - pirita y otros sulfuros de un concentrado de casiterita obtenido por métodos de concentración por gravedad. ---

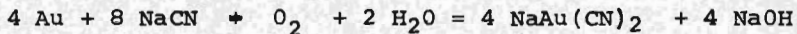
Tiene la ventaja, sobre la flotación, de que puede tratar material más grueso. La separación, basándonos en la forma, es posible mediante tamizados sucesivos, empleando primero, aberturas cuadradas o redondas, y, a continuación, cribando el rechazo en tamices ranurados. Otro método se basa en una modificación del empleado para clasificar y separar los perdigones mal formados. Este consiste en hacer deslizar la mezcla de perdigones buenos y defectuosos en una corriente de la profundidad de una capa por un plano inclinado y preferiblemente de superficie no demasiado lisa, como, por ejemplo, de piedra sin pulir. Al alcanzar una velocidad relativamente alta, los redondos abandonan el plano inclinado con el ímpetu suficiente para saltar por encima de una ranura ahí situada, mientras que los perdigones mal formados, que se mueven más despacio, caen dentro de ella. El estriador en espiral, empleado para la antracita, efectúa la separación basándose en el hecho de que la antracita redondeada rueda por la pendiente en el espiral mucho más de prisa que la pizarra plana, que se desliza, por cuyo motivo la fuerza centrífuga determina que aqué

lla se desvíe a la periferia de los canales en espiral- a pesar de su masa más pequeña, mientras que los lentos trozos planos, que resbalan más despacio, son incapaces de vencer las resbaladeras en pendiente en la periferia y continúan hasta el fondo.

C I A N U R A C I O N

INTRODUCCION

Las reacciones que tienen lugar durante la di solución de oro en las soluciones de cianuro bajo condi ciones normales, están establecidas. La ecuación es la siguiente:



en un sistema simple de este tipo el oro se disuelve fa cilmente. La solución de cianuro que no tiene impure-- zas inhibe la reacción eficazmente y si un adecuado su- ministro de oxígeno está presente en la solución en todo el periodo de la reacción.

Cualquier mineral de oro en la practica es --
conducido conforme a esta reacci3n y los problemas que-
envuelben en la extracci3n de el oro es m1s mec1nica --
que qu1mica, sin embargo, presentan un acopio de proble-
mas qu1micos dependiendo de los constituyentes que con-
tengan los minerales. Cualquiera de esos constituyentes
como el cuarzo, silicatos, metales alcalinos y carbona-
tos son relativamente inertes a soluciones de cianuro, -
otros en cambio entran en la reacci3n en mayor o menor-
grado con la soluci3n de cianuro. Los mismos constitu-
yentes presentes en los minerales en cantidades diferen-
tes mucho mayor que el oro presente.

Actualmente se tratan de aumentar los minera-
les complejos por cianuraci3n con la aplicaci3n de flo-
taci3n y otros m1todos de concentraci3n de minerales de
oro. El resultado obtenido por cianuraci3n no solamen-
te es concentrados de oro, frecuentemente se concentran
las impurezas perjudiciales. El resultado es una com-
plicaci3n qu1mica en el proceso de cianuraci3n.

Nunca dos minerales son exactamente semejantes por lo tanto, es practicamente imposible predecir -- como un mineral se comportará durante la cianuración -- sin embargo algunas generalidades pueden ser hechas, -- por lo tanto, cada mineral presenta sus propios problemas en cianuración.

Uno de los problemas principalmente frecuentes en cianuración es la presencia de minerales de cobre en una mena. El cobre contenido puede ser menor de 0.10% pero su efecto en la disolución y precipitación de oro puede ser muy pronunciada. No solo minerales de cobre se disuelven en cianuración y causa un excesivo consumo de reactivo, tambien los complejos cianogenos de cobre formados indirectamente afectan la disolución de el oro. Por adición, el cobre en soluciones influencia la precipitación de oro por zinc, resultando oro precipitado -- contenido en el cobre, el cual frecuentemente presenta un problema en la siguiente operación de fusión.

El zinc tambien forma complejos cianogenos -- pero su efecto sobre la disolución de oro es mucho me--

nor que la del cobre. Los complejos del zinc son probablemente la causa que más confusión causa en la cianuración de plata, porque los minerales de zinc mucha más plata que los de oro. De este modo una mayor cantidad de zinc es requerida para precipitar y disolver la plata en cianuración llevando un alto porcentaje de cianuros complejos de zinc y a veces zincatos.

Una pequeña cantidad de níquel en una solución tiene efecto dañino en la precipitación de oro, pero esto tiene aparentemente poco efecto en la disolución de oro. No está definida la razón de el efecto dañino este efecto puede ser controlado, en todo de acuerdo al contenido de níquel en la solución debajo de un porcentaje seguro de peligro.

Arsenico en la forma de rejalgar y oripemiente, antimonita y estibinita causan serios problemas en cianuración. Este no forma complejo de cianuro tan en alto grado como es conocido se disuelve en condiciones alcalinas. De la fuerza usada en cianuración forman compuestos como Tioarsenatos y Tioantimonitas.

Estos compuestos reaccionan con el oxígeno en la solución de cianuro para formar arsenitos y antimonios. Resultando practicamente que el oxígeno no es --- util para la disolución del oro.

Todos los minerales contienen material carbono en cantidades variables, en alguna forma este material carbono no tiene efecto en la cianuración, en -- otras formas es un activo precipitante para oro en cianuración. Un residuo en la cianuración puede ser atribuida a la forma insoluble del oro en el mineral.

Cuando existen minerales sulfurosos como la - covelita, Pirrotita, Esfalerita, etc. son descompuestos ó disueltos por una solución de cianuro, algunos de los productos de la reacción en los cianuros complejos son-sulfuros alcalinos, tiosulfatos, algunos de los cuales-afectan la disolución y precipitación de oro, aunque -- varios métodos pueden ser usados para acelerar su des-composición.

El producto obtenido en minerales de oro por-

flotación contienen, oro y minerales sulfurosos, una -- gran proporción de los reactivos usados en la flotación, estos reactivos son: xantatos, ditiofosfatos, aceites - espumantes, sulfato de cobre y otros. Los xantatos --- tienden a volver el oro flotable por hacerlo repelente al agua, este efecto es similar en cianuración, ya que estos evitan un contacto extenso entre las partículas - de oro y la solución de cianuro retardado así la disolu ción del oro.

La reacción para la disolución de plata metálica en cianuración es análoga a la disolución de oro.- La plata en forma metálica en minerales no es común, la plata más comúnmente se encuentra en forma de sulfuro, - o en combinación con sulfuros de cobre, arsenico, anti- monio y plomo. Sus reacciones en cianuración para la - disolución de sus minerales son algunas veces diferen- tes de la reacción la cual toman cuando la plata en for ma metálica es disuelta con cianuro.

Una de las formas más insolubles de la plata- es como óxido íntimamente asociado con óxido de manganeu

so, por lo cual se debera emplear otra forma para liberar la plata, como puede ser la fusión.

El agua usada en cianuración juega una importancia vital en el proceso. Esta puede contener bicarbonatos, sulfato de magnesio materia orgánica, sales de metales pesados, cloruros y otros compuestos, los cuales afectan fuertemente a la solución de cianuro en mayor o menor grado, a menos que se tome una medida de corrección.

El análisis de agua para minerales especificos es frecuentemente usado en operaciones de cianuración para el desarrollo de rutas bajo variaciones en la operación del molino. Ejemplo: una mena que contenga bastante pirrotita y piritita, una diferencia en el hierro no es significativa, pero una diferencia en el contenido de pirrotita afecta seriamente la operación del molino, tambien es significativamente la presencia de cobre oxidado en calcopiritita, oxido de plomo en galena, zinc oxidado en esfalerita.

FUNDAMENTOS DE LA CIANURACION

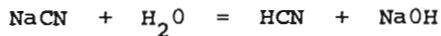
Para muchos el más importante cianuro usado - en cianuración es el cianuro de sodio y cianuro de calcio.

El cianuro de calcio es vendido con una pureza de 50% de CaCN según análisis determinado, la forma de venta es en varios grados que van desde 85 a 98% de CaCN.

Julian y Smart compararon el efecto de disolución de los cianuros de amonio, sodio, potasio, magne--sio, calcio, estroncio y bario en oro y plata, encontraron que el radical alcalino no hacia efecto en la disolución de la particula de cianuro. El cianogeno conteni--do es el factor más significativo que afecta la disolución. Por ejemplo: una mol de cianuro de calcio pesa - 92 g. disolvera la misma cantidad de oro o plata con - 2 moles de cianuro de sodio puro pesando 98 gr. por que su contenido de cianuro es el mismo en cada caso ejem--plo 52 gr.

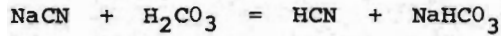
DESCOMPOSICION DE SOLUCIONES DE CIANURO

Una solución de agua de un cianuro alcalino-- se hidroliza como sigue:



El alcance hacia el cual este proceso de hidrolisis en soluciones de cianuros comerciales en agua depende primeramente de la cantidad de alcali libre en el cianuro. Si este alcali es notable entonces la descomposición de cianuro es pasado por alto. En la ausencia de notable alcali libre, la hidrolisis puede ser retardada por la adición de cal. En la practica la adición de cal a la pulpa de cianuro es practicamente universal, no solo previene perdidas de cianuro por hidrolisis sino tambien neutraliza cualquier constituyente ácido de el mineral el cual produciria ácido cianhidrico. Otro factor que afecta la descomposición de soluciones de cianuro es la presencia de dioxido de carbono en el aire. El ácido carbonico existente es tan energetico que produce ácido cianhidrico y descompone las solu-

ciones de cianuro alcalinas como sigue:



Esta reacción, también puede ser prevenida -- por el uso de cal u otro alcalí, muchos alcalis mantienen la alcalinidad de la solución y reaccionan con el -- dióxido de carbono para formar compuestos inofensivos -- como carbonatos de calcio. En la tabla siguiente se -- puede apreciar el efecto de la cal sobre la pérdida de cianuro:

EFFECTO DE LA CAL SOBRE PERDIDA DE CIANURO

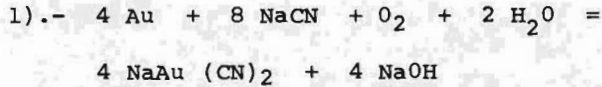
	INICIO	DESPUES DE 6 hs.	INICIO	DESPUES DE 6 hs.
	Sin cal	Sin cal	Con cal	Con cal
NaCN %	0.051	0.034	0.051	0.051
CaO %	0.001	0.0005	0.061	0.015
pH	10.2	9.7	11.6	11.2
Perdida de NaCN en -- lb/Ton.		0.34		nada

Los resultados que se muestran en la tabla -- anterior demuestran el efecto de alcalinidad sobre la -- perdida de cianuro por hidrolisis y por la acción de -- bioxido de carbono en el aire. Dos soluciones fueron -- preparadas cada una conteniendo 0.051% de NaCN y 0.061% de CaO como cal hidratada fue adicionada a una solución mientras que la otra fue natural, ligeramente alcalino. La solución, a una temperatura de 24°C fue agitada en -- una botella de boca ancha sobre un girador durante 6 -- horas, despues de este tiempo fueron tratadas para cianuro libre y contenido de cal. El pH de cada solución fue determinado antes y despues de la prueba. Despues los resultados se pudieron notar que durante las prue-- bas la solución sin cal varia en pH de 10.2 a 9.7 en -- 6 horas, esta solución perdió 33% de cianuro, o sea --- 0.34 lb de NaCN por tonelada. En el caso de la otra so-- lución donde el pH vario de 11.6 a 11.2 la perdida de -- cianuro fue nula.

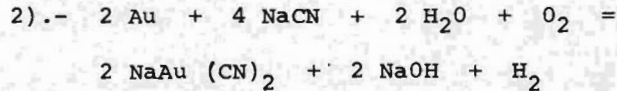
Disolución de Metales Pesados:

Las siguientes reacciones se llevan a cabo en

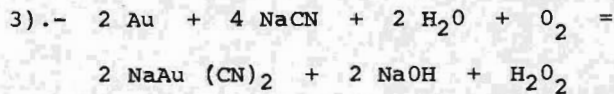
la disolución de oro y dilución de solución de cianuro.



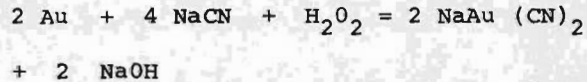
esta ecuación es conocida como ecuación de Elsmer.



Esta ecuación fue sugerida por Jamin.



El peroxido de hidrogeno formado reacciona de la forma siguiente:



Esta ecuación fue sugerida por Bodlaender, la ecuación es la misma que la de Elsmer.

Estas ecuaciones analogas han sido dadas para la disolución de plata metalica en soluciones de cianuro.

Barsky, Swainson y Hadley determinaron la energía libre de la formación de complejos de oro-cianuro y plata-cianuro. De los datos obtenidos, calcularon el cambio de energía libre en varias reacciones sugeridas y apuntadas. Algunas de las reacciones teóricamente son posibles bajo condiciones ordinarias de cianuración. Según los resultados mostrados en la ecuación de Elsmer's la reacción procederá totalmente, ejemplo hasta que todo el cianuro ha sido consumido, o bien todo el metal totalmente este disuelto.

Para la ecuación Janin's la constante de equilibrio es muy desfavorable para la formación de hidrogeno y puede ser considerado imposible bajo condiciones ordinarias de cianuración.

Para la ecuación Bodlaender's la constante de equilibrio es favorable, por lo tanto, la reacción pro-

puesta es posible. En esta unión Bodlaender encontro - que el peróxido de hidrogeno fue formado y fue capaz de responder aproximadamente el 70% de la cantidad teorica de peróxido de hidrogeno que debe ser formado conforme a la reacción. En vista de esto, el queria manifestar- que la ecuación de Bodlaender's expresa la verdadera -- reacción eso tomando en cuenta que el oro y plata meta- lica esta disuelta en solución diluida de cianuro.

EFECTO DE CONCENTRACION CIANURO SOBRE LA TASA DE
DISOLUCION

Conforme J.S. Maclaurin, la tasa de disolu--- ción de oro en soluciones de cianuro alcanzan un maximo en excelente de concentradó a soluciones diluidas. Es- te trabajo mostro que ese maximo es alcanzado en una so- lución de concentración de 0.25% de NaCN.

Según la Química, para todo desarrollo practi- co, las soluciones debiles como 0.001% de KCN no disuel- ve el oro.

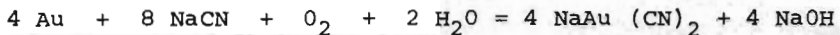
Julian y Smort encontraron que la tasa de disolución de oro incrementa rápidamente con incremento en poder de solución arriba de 0.10% de KCN.

Whute; encontro la máxima tasa que es alrededor de 0.02% de KCN, o bien 0.020% de NaCN, cuando la solución de cianuro es saturada con oxígeno.

La solución fuerte encontrada por Borsky, --- Swainson y Hedley para la más rápida disolución fue de 0.05% de NaCN.

La causa de la amplia variación en el poder de solución encontrado por varios investigadores de una máxima tasa de disolución de oro probablemente consiste en la variedad de técnicas empleadas. Esas variaciones incluyen varios factores como la tasa de volumen de solución para suspender el oro, violenta agitación y tasa de aereación. Si un volumen grande de solución de cianuro es usada y una pequeña superficie de oro es expuesta a la solución cianuro y si la agitación es suficientemente intensa, remueve estos productos de la reacción

desde la superficie de el oro tan rapidamente como es--
 tan formados, entonces controlando el factor, gobernando
 la tasa de disolución de el oro debe ser la concen--
 tración de oxigeno de la solución en contacto con el --
 oro. Si el aire es usado y la prueba se corre a mar --
 nivelado, la concentración máxima de oxigeno en solu---
 ción sera 8 mg. por litro. De acuerdo con esto se acoro
 do la reacción siguiente:



ahi no se dispone mas de 392 partes por peso de NaCN --
 por peso de NaCN por cada 32 partes por peso de oxige--
 no o 98 partes de NaCN por cada 8 partes de oxigeno en--
 la solución de cianuro. En otras palabras, la máxima -
 tasa de disolución de oro bajo condiciones ideales de -
 agitación y aereación debe tomar lugar en soluciones --
 conteniendo 0.0098% de NaCN. Para mantener esto -----
 Hodley y Kentro encontraron que usando 10 cm² de oro en
 1 litro de solución de cianuro y aereación vigorosa ---
 (28 litros por hora) la máxima tasa de disolución tuvo--
 lugar entre 0.011 y 0.051% de NaCN; la tasa de disolu--

ción en la solución formada fue 95% de el máximo.

En la practica la mayor parte de las plantas-cianuradoras tratan las menas de oro usando soluciones--conteniendo menos de 0.05% de NaCN; el promedio general es probablemente en la proximidad de 0.02 a 0.03 por --ciento de NaCN.

Barsky, encontro que la máxima tasa de disolu--ción de plata metalica en cianuración tuvo lugar alrede--dor de 0.10% de NaCN. Esto, no es aplicable en la diso--lución de minerales sulfurosos de plata porque requiere de una serie de diferentes condiciones, por lo cual es--to será discutido al ultimo.

RELATIVA TASA DE DISOLUCION DE ORO, PLATA

Y SUS ALEACIONES

Usando un volumen de 100 ml. de solución de -NaCN al 0.10%, con area de superficie de los metales y--sus aleaciones, midiendo 10 cm.², y con un volumen ---- constante de aire para aereación y agitación, Barsky -

determino la relativa tasa de disolución de oro, plata- y 2 aleaciones oro plata. El resultado esta mostrado - en la tabla que al final de este método se presenta.

De esos resultados puede ser observado que la plata disuelta alrededor de la mitad de la tasa en la - cual el oro es disuelto la tasa de disolución de las -- aleaciones fueron entre esas de oro y plata, casi en -- proporción a la composición de las aleaciones. Las can- ti- dad- es de oro y plata disuelta fuera de la aleación -- fueron practicamente la misma proporción como el porcen- taje de esos metales en las aleaciones.

EFEECTO DE TAMAÑO DE PARTICULA SOBRE TASA DE DISOLUCION

Cuando el oro esta en minerales, la practica- usual es remover el oro por medio de redes, mantear, -- etc. De otra manera, esas particulas gruesas no pueden ser completamente disueltas en el tiempo util por cianu- ración. Otra practica la cual reduce el tamaño de la - particula de oro hacia la cianuración es la molienda y-

clasificación de minerales de oro en circuito cerrado.- Esta practica cumple retornando las particulas de oro a el molino hasta que sean pequeñas para elevarse y derramarse en el clasificador dentro del circuito de cianuración.

Bajo consideradas condiciones ideales con respecto a la aereación y agitación, Barsky encontro la máxima tasa de disolución de oro la cual es de 3.25 mg. por cm^2 por hora. Por cálculos este es igual hacia la penetración de 1.68 micron de cada lado de una particula de oro aplastado, o una total reducción en el grueso de 3.36 micrones por hora. De este modo un aumento de la particula de oro de 44 micrones (igual en grueso a malla 325 Tyler Standar) deseaba tomar no mayor que 13- horas, y un aumento de 149 micrones (100 mallas) no mayor que 44 horas hacia disolver. Plata metalica de mis mas condiciones de grosor como las anteriores al oro -- toma dos veces el tiempo de disolución con respecto al oro. Con un mineral actual y bajo condiciones de planta la tasa de disolución es afectada por muchos facto--

res como son: la asociación del oro, ejemplo si es ó --
no completamente liberado, el contenido de oro y la ---
eficiencia de la solución de cianuro.

EFECTO DE OXIGENO EN LA DISOLUCION DE ORO

El uso de oxígeno o un agente oxidante es ---
esencial para la disolución de oro bajo condiciones nor-
males de cianuración. Muchos agentes oxidantes como --
peróxido de sodio, potasio, permangantato, bromo, cloro
fueron usados más o menos sucesivamente en el pasado, -
pero debido al costo y las complicaciones que envuelven
fueron dejados de usar. Una adición mayor comprendera-
durante las reacciones involucradas en cianuración más-
completo conocimiento de las partes empleadas por va---
rios constituyentes no deseables en minerales, haber --
mostrado que con adecuada aereación bajo condiciones --
ideales sera de esperar tan buenos resultados como oxi-
dantes químicos.

Barsky, Swainson y Hedley determinaron la ta-
sa de disolución de oro en 0.10% de NaCN usando nitroge

no y oxígeno. Las pruebas fueron llevadas a cabo con volúmenes de 100 ml. de solución de cianuro, a 25°C, -- y con igual volúmenes de gas para cada prueba. Para cada prueba la tasa de disolución fue uniforme excepto -- cuando solo oxígeno fue usado. En el caso último el -- oro se disolvió rápidamente durante la primera media hora y después retardó más considerablemente. El experimento atribuyó este a la polarización. El resultado -- mostró la tasa de disolución para la primera media hora de cada prueba como se muestra en la tabla dos (2) que al final se encuentra, de esos resultados se puede notar que la tasa de disolución de oro fue directamente -- proporcional a el contenido de oxígeno de el gas usado. De esto el experimento sugirió que la tasa de disolución de oro en cianuración es directamente proporcional a -- la presión parcial de oxígeno.

EFECTO DE ALKALINIDAD SOBRE DISOLUCION DE ORO

Las funciones del hidróxido de calcio en cianuración son las siguientes:



- 1.- Previene la pérdida de cianuro por hidrólisis.
- 2.- Previene la pérdida de cianuro por la acción de dióxido de carbono en el aire.
- 3.- Descomposición de bicarbonatos en el molino y agua antes de ser usados en cianuración.
- 4.- Neutralización de compuestos ácidos tales como sales ferrosas, sales ferricas y sulfato de magnesio en el molino y en agua - adicionada en el circuito de cianuración.
- 5.- Neutralización de constituyentes ácidos - en el mineral.
- 6.- Neutralización de compuestos ácidos como resultado de la descomposición de varios minerales en la mena en cianuración.
- 7.- Asistencia en la colocación de partículas finas de mineral como solución limpia impregnada puede ser separada de mineral --

cianurado.

8.- Hay una mejor extracción cuando se trata con menos contenido.

En algunos instantes la alcalinidad en la solución de cianuro es mantenida por el uso de otros alcalis como hidroxido de sodio y carbonato de sodio.

Esos alcalis en todo caso usados no son efectivos agentes sedimentadores. Aunque el uso de un alcali es esencial en cianuración, muchos investigadores tienen estudiados esos alcalis como NaOH y particularmente Ca(OH)_2 , retarda la disolución de oro en cianuración. Barsky, Swainson y Hedley investigaron el efecto de Ca(OH)_2 y NaOH en la tasa de disolución de oro en soluciones conteniendo 0.10% de NaCN. Su trabajo fue ejecutado sobre discos de oro (Discs) teniendo una area de superficie de 10 cm^2 ; 100 ml. de solución de cianuro fue usada, su aereación fué continuamente durante toda la prueba. Encontraron que usando Ca(OH)_2 , la tasa de di-

solución decrece rapidamente cuando el pH de el cianuro fuese llevado a 11 y la disolución fue practicamente -- descuidado a pH de 12.2 el efecto de NaOH fue mucho menos pronunciado; la tasa de disolución no hizo comenzar tarde arriba hasta que a pH de 12.5 fue alcanzado y por ambos lados a un pH de 13.4 la disolución fue mucho más rapido que disolución en una solución de la misma fuerza de cianuro conteniendo Ca(OH)_2 a un pH de 12.2. El efecto de el ión calcio sobre la disolución de oro fue entonces investigada adicionando CaCl_2 y CaSO_4 a la solución de cianuro. La solubilidad de oxigeno en cianuración conteniendo varias cantidades de Ca(OH)_2 fue determinado pero apreciable diferencia no fue encontrada entre uno no conteniendo Ca(OH)_2 y otra conteniendo --- 0.015%. Los investigadores concluyeron que la mayor reducción en la tasa de disolución de oro en solución de cianuro de sodio causada por la adición de Ca(OH)_2 es - debido a la presencia de iones calcio.

MESA WILFREY

La llamada Mesa Wilfley fué diseñada originall

mente por Arthur R. Wilfley en el año de 1896 y para -- una descripción rápida y general diremos de que consta de las siguientes partes o lados:

- 1).- Lado de alimentación, en la parte superior de la mesa.
- 2).- Lado de las colas que se encuentra en la parte inferior.
- 3).- Lado donde se descargan los concentrados llamados lado de concentración.
- 4).- En el lado opuesto a la descarga de concentrados se encuentra conectado el mecanismo que hace funcionar la mesa.

PRINCIPIOS

La mesa debe estar sostenida sobre un soporte que resista una vibración de 240 golpes por minuto; este soporte puede ser de madera de pino más o menos de 12 pulgadas por 16 de sección transversal, o se puede usar un soporte de acero.

FUNDAMENTOS

Alimentación: la pulpa es alimentada a la mesa por varias perforaciones extendidas a lo largo del lado alimentador y se usan varias llaves de agua para hacer un lavado de la pulpa y una mejor distribución de ella, siempre es conveniente tener regulada la cantidad de alimentación y la abertura de las llaves en una cantidad estable.

CAPACIDAD, PODER Y AGUA

La capacidad de la mesa depende de cual sea la longitud del golpe, de la cantidad de golpes por minuto, de la inclinación de la mesa, de la cantidad de agua alimentada, del carácter del mineral, del tamaño de éste, en fin son bastantes factores que intervienen para determinar la capacidad variando ésta de 5 a 50 toneladas en 24 horas.

Agua.- El agua que se usa varia de 80 litros-

por minuto (con una alimentación de 45 litros por minuto) a 40 litros por minuto (con una alimentación de 10-litros para el lavado del mineral fino).

El promedio de fuerza usada en el manejo de la mesa varia entre los limites de 0.5 a 0.7 HP.

DIVISION DE LOS PRODUCTOS

La división de los productos son las siguientes:

A).- Concentrado.

B).- Medios

C).- Colas.

D).- Lamas

Una ligera descripción de los productos es -- la siguiente: Concentrados.- Es la partícula más pesada del mineral que deben contener muy poca matriz. Medios.- son las partículas pesadas con una regular canti

dad de matriz. Colas.- En las colas debe quedar toda la ganga con indicios del mineral por beneficiar. Lamas consiste en particulas muy finas del mineral y son separadas del mineral por medio de agua y llevan una cantidad apreciable del metal.

La clasificación o división de los productos es efectuada por medio de unas tiras de madera que están adheridas a la mesa y que sirven a manera de obstáculos para el mineral, es decir, las tiras de madera van creciendo progresivamente de la parte superior de la mesa hasta la parte inferior a la que cubre completamente, la altura de estas tiras crece ligeramente en igual forma que longitudinalmente es decir, la parte superior alcanza una altura de 0.4 cm. y en la parte inferior de 0.7 cm. Las particulas menos densas van brincando las tiras por la acción oscilatoria y la inclinación de la mesa ayudadas por el agua, las particulas pesadas se juntan en el lado de los concentrados, el producto fino resbala para caer arrastrando por el agua en los recipientes para las lamas. Se puede decir en general que la clasificación de los productos por medio de-

mesa Wilfley es bastante buena solo necesitamos tener una inclinación no muy grande y que la velocidad de los golpes no sea demasiado rápida. Generalmente se acostumbra hacer una limpia del producto llamado medio, es decir, al hacer la primera concentración obtenemos un concentrado, un medio y las colas, los medios se pasan nuevamente por la mesa y así se obtienen de este segundos concentrados, y medios, los segundos concentrados son juntados con los de la primera concentración para obtener el producto concentrado. En el sistema mecánico de la mesa se puede regular la velocidad de los golpes, y para regular la inclinación entre el soporte y la mesa se hace con la cuña diseñada especialmente para este fin, y que se encuentra en la máquina.

2.- GENERALIDADES

2.3.- PRESAS DE JALES

Aunque todavía muchas de las minas se encuentran en zonas remotas, cada día se va haciendo más imperiosa la necesidad de tomar en cuenta la Ecología, es decir el evitar en cuanto sea posible la contaminación del medio ambiente en sus diversas formas.

Además de que la Ley Minera Mexicana exige, -

para la instalación y operación de una planta de beneficio la construcción de una presa donde sean almacenados los desperdicios que se producen en la operación, - de cuando menos una capacidad de producción de 5 años.

Así en el proceso de beneficio de minerales, - también se está tratando de evitar ó reducir y controlar todo aquello que está causando una contaminación -- ambiental.

Una de las etapas de éste proceso del beneficio de minerales que había recibido poca atención, es - el de la eliminación o más bien el almacenamiento del - producto final del mismo proceso ó sean los jales, y -- está se debió principalmente al hecho de que como ya -- era un deshecho, se le quería invertir lo menos posible, pues aparentemente no servía a ningún fin económico.

Y por eso es que la mayoría de las presas para almacenamiento de jales se construía sin mucha tecnología. Es decir no había criterios definidos ni de ---

construcción, ni de operación y mucho menos de mantenimiento.

Esto hacia que en muchos casos, las presas -- fueran inestables y continuamente se desplomara parte - de ellas causando daños mayores o menores, según la zona donde estuvieron ubicadas.

Es por esto que en la actualidad se están tra tando de construir presas de jales, basándose en criterios más técnicos, más unificados, aunque todavía estamos lejos de tener un criterio definido ó un juego de - formulas aplicables a la construcción.

La construcción de presas de jales necesita - la ayuda de otros campos de la ingeniería, como son la Ingeniería Civil, Ingeniería Geológica, Estudios Hidrológicos, etc.

Para el diseño y construcción de una presa de jales se consideran tres áreas importantes que son:

- 1.- Terreno donde se va a construir
- 2.- Método de construcción
- 3.- Sistema de eliminación ó reutilización --
del agua estancada.

2.3.1.- TERRENO DONDE SE VA A CONSTRUIR

Para la selección del terreno generalmente se toma en consideración:

- a).- La situación con respecto a la planta --
concentradora para evitar en cuanto sea-
posible un bombeo o minimizar este.
- b).- Si se encuentra en zona Montañosa, se --
puede aprovechar una cañada para tajarla
en un extremo y hacer la presa hacia ---
atras; si es un terreno plano se tendrá-
que hacer un borede iniciador alrededor-
de lo que será el vaso de la presa.
- c).- Tomar en cuenta la existencia y delimita

ción de obras mineras subterráneas, y lo calización relativa de corrientes de --- agua, zonas habitadas cerca o abajo de - la futura presa, el material de la base - en donde estará la presa y la disponibi - lidad de materiales para construir los - bordes.

Se hacen estudios con barrenaciones y de las muestras se determina su granulometría, permeabilidad, resistencia al esfuerzo cortante, comprensibilidad, índice plástico y gravedad específica. También se le hace pruebas al jal para determinar su granulometría, resistencia al esfuerzo cortante, esfuerzo de deformación, densidad relativa, permeabilidad y comprensibilidad, -- con lo cual se hace un análisis de estabilidad y se le aplica a este un factor que va de 1.2 a 1.5.

Esta prueba o análisis nos ayuda a determinar el ancho mínimo del dique su talud (aproximado de 3:1) - y compactación, también se debe determinar si el área -

es sísmica ó no, la cantidad máxima de precipitación registrada en X números de años y su frecuencia.

2.3.2.- METODOS DE CONSTRUCCION.

Existen dos técnicas básicas de diseño para la construcción de presas de jales que son:

- 1.- El uso de las colas del molino, así como el medio de construcción.
- 2.- El uso de material ajeno para la construcción, y la estructura de retención de colas.

En lo que respecta al método a utilizarse para la construcción de la presa existen tres métodos más usuales para la construcción de las mismas, estos son:

- a).- El método aguas arriba
- b).- El método aguas abajo

c).- Presas de material ajeno a las colas.

Todos tienen sus pros y sus contras, pero en la actualidad se está utilizando mucho el sistema de -- aguas abajo, por ser el que ofrece mayor seguridad en -- todos aspectos incluyendo el de una licuefacción por -- causa de un sismo para zonas sísmicas. Este sistema -- ofrece sus ventajas siempre y cuando el borde se mantenga compactado y se evite en lo posible la erosión del -- mismo.

METODO AGUAS ARRIBA

• Técnica de Diseño:

Uno de los problemas mayores observados en la construcción inicial del dique, el cual es tipo en el -- sistema de construcción aguas arriba, este es frecuentemente construido de arcilla.

Un dique de arcilla sin embargo tiene una ca--

pacidad de retención de agua y una localización crítica, el agua estancada promueve la inestabilidad reduciendo la fuerza de coersión incrementando la línea freática (2,6)

Se debe hacer un esfuerzo considerable para ver que el comienzo de la construcción del dique sea sobre una base firme. El dique puede ser construido con grandes rocas, una mezcla de grava con arena, o con cualquier material permeable. El lado aguas arriba tiene una graduación hacia el interior, se debe prevenir la tubificación de las colas a través de las rocas.

Lo más común es el método aguas arriba y lo más barato y mejor es colocar una línea principal en la periferia del dique. La línea puede descargar cada 10 a 50 pies al estanque, dependiendo del tamaño de la instalación. Las líneas que descargan cuyo rango en tamaño van de 2 a 6 pulgadas puede ser usada en la construcción superior del dique de 20 a 30 pies de altura con incrementos de 8 a 15 pies (Fig. No. 8).

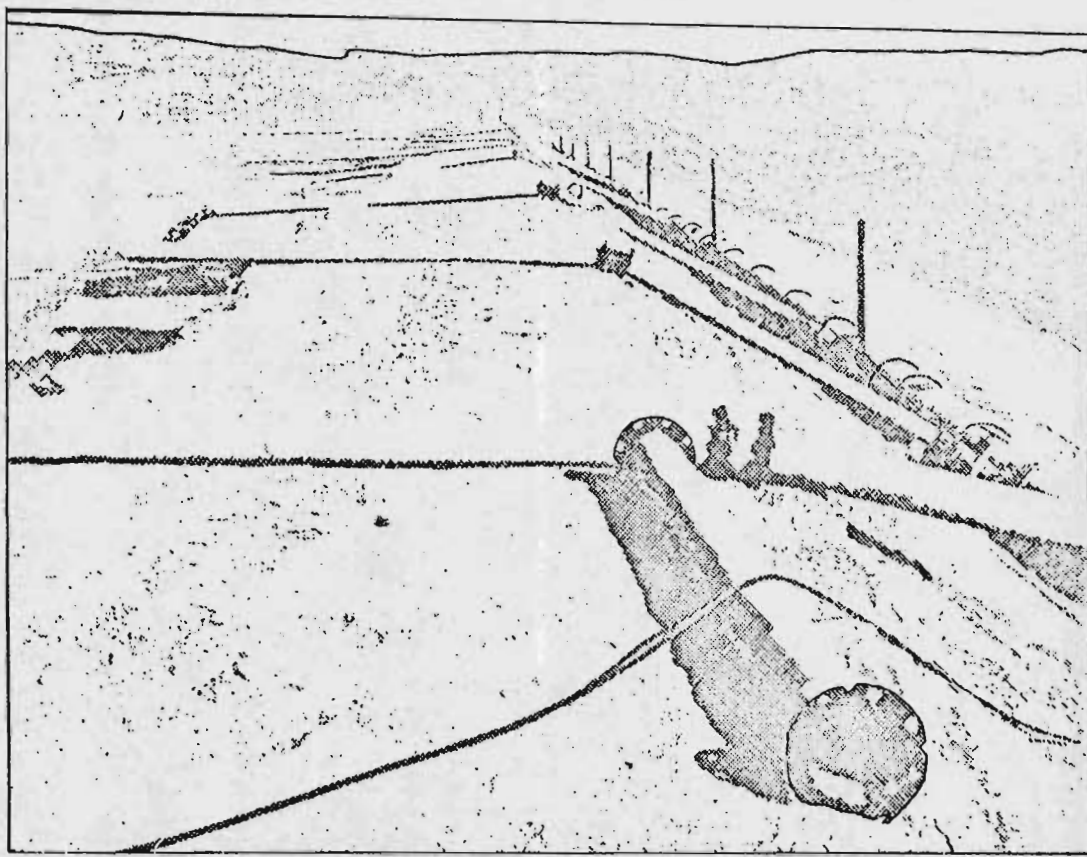


FIG. 8 Distribución de Tubos de la Línea Principal
alrededor de la Presa de Jales.

Los ciclones, si es necesario, sirven para se parar la fracción gruesa y la delgada, la gruesa es exce lente para construir la cuneta, en el lado exterior y - descargar la fracción fina hacia el interior (Fig. No.- 10).

El material lodoso tiene una alta relación pa ra expulsar la cantidad de agua, una pequeña densidad - ángulo y consecuentemente una fuerza de hundimiento. - La superficie freática (limite superior de saluración - del agua), es alta en ambos lados del dique. La conso- lidación del material sucede lentamente porque tarda -- la construcción de la altura de la presa. Porque la -- permeabilidad horizontal y vertical es muy poca, el agua es expulsada lentamente.

La construcción de la cuneta se debe tener -- cuidado para obtener una buena compactación, la cual se puede incrementar sembrando, dando una fuerza cortante- mucho mayor a la cuneta. La cuneta debe tener buena -- compactación y una alta permeabilidad en la parte de --

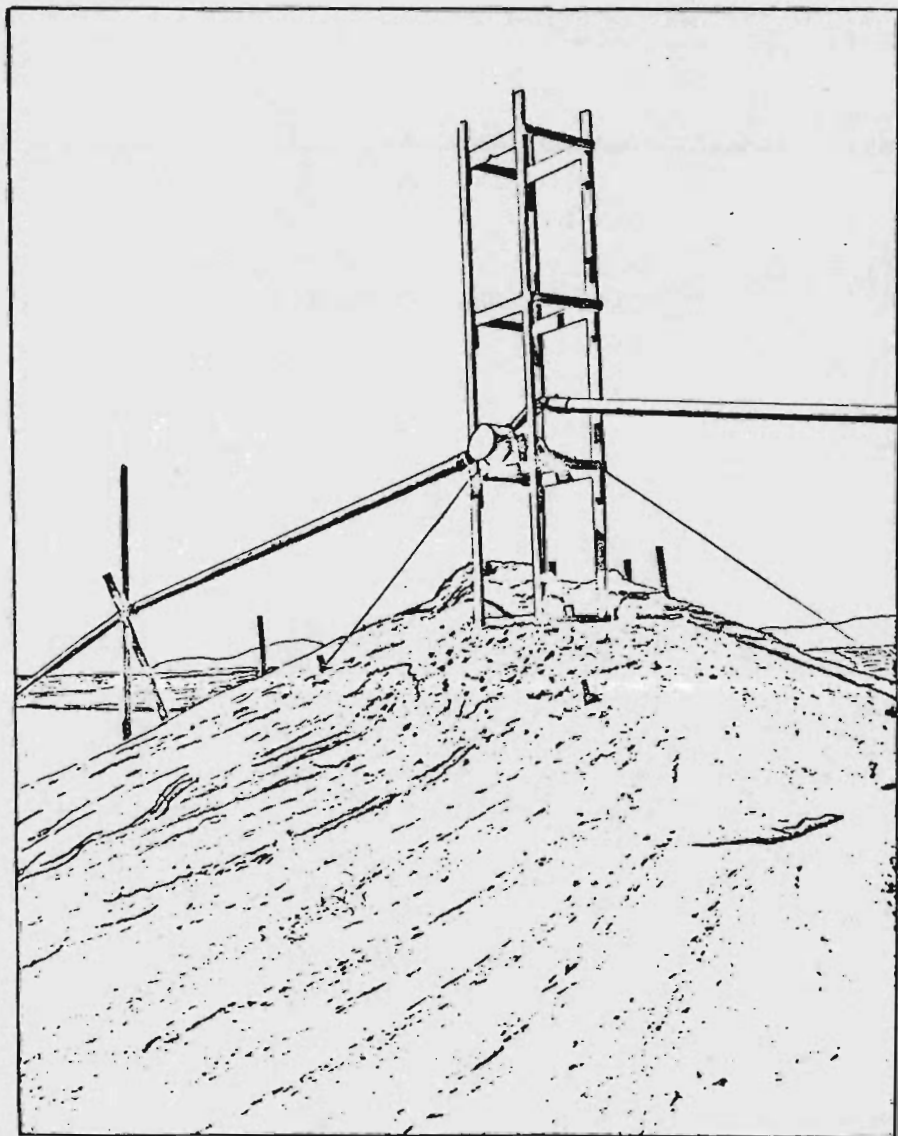


FIG. 10 Ciclones en la Presa de Jales

abajo para poder dejar que el agua se filtre y tenga un escape. Si esta saturado una repentina vibración o sismo causara una licuefacción cuando esto sucede la cuneta pierde toda fuerza de compactación y la falla es --- instantánea.

METODO AGUAS ABAJO

El material descargado de los ciclones hacia el dique es depositada en el extremo exterior inferior; los lados son depositados en el interior (Fig. No. 12)- produciendo bastante permeabilidad; la presa triangular la cual es muy estable y segura pero requiere mucho más trabajo, para mover y atender los ciclones. Por esta razón el área de la presa se incrementa conforme más -- lodo es depositado, elevando a la altura requerida como se en la figura No. 12. Este método puede ser usado -- sin peligro en la construcción de presas de jales muy altas, debido al apilamiento y densidad de la mesa de arena; la altura es limitada solo por el volumen de arena. El método aguas abajo debe ser calculado para cada operación y ésta basada en la fuerza cortante.

PRESAS DE MATERIAL AJENO

Estas presas de jales no usan descarga periférica, simplemente descarga la arena en el lodo alto del área de jales, normalmente es el único con cuneta de material ajeno. Ocasionalmente el operador prefiere hacer la cuneta de material ajeno liso, aunque la arena es útil.

El material ajeno normalmente se compone de 85% de arena y 15% de arcilla ó alguna mezcla de cascajo, arena y arcilla, la mezcla contiene desde un 10 a 15% de arcilla con lo cual nos da una gran diferencia en la permeabilidad (k) de la presa de jales. Del mismo modo como Cedergen (2), la forma de grano, tamaño y graduación son extremadamente críticas en la determinación de permeabilidad. Las presas que estan construidas de un 85 a 90% de arena y 10 a 15% de arcilla, la línea freática toma un declive de 5-1. Estas presas fueron diseñadas para que la línea intersectara en el interior de la base del derrame; el extremo inferior de

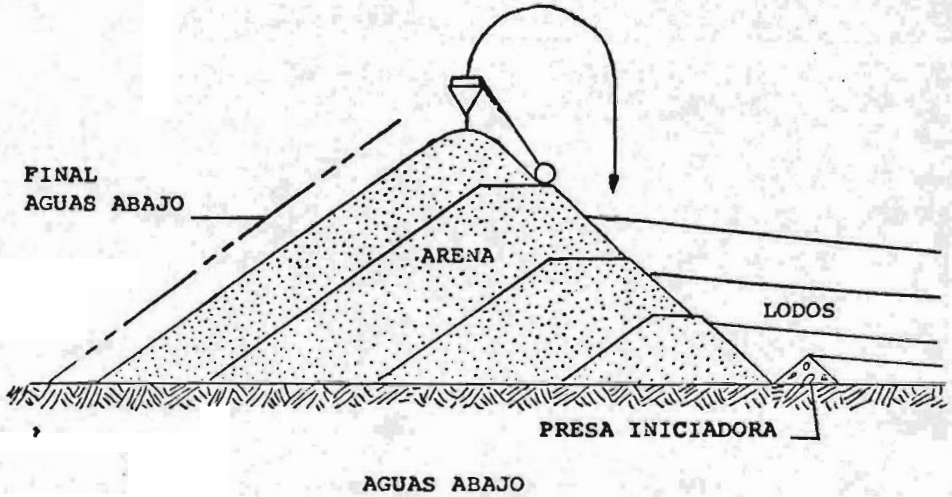
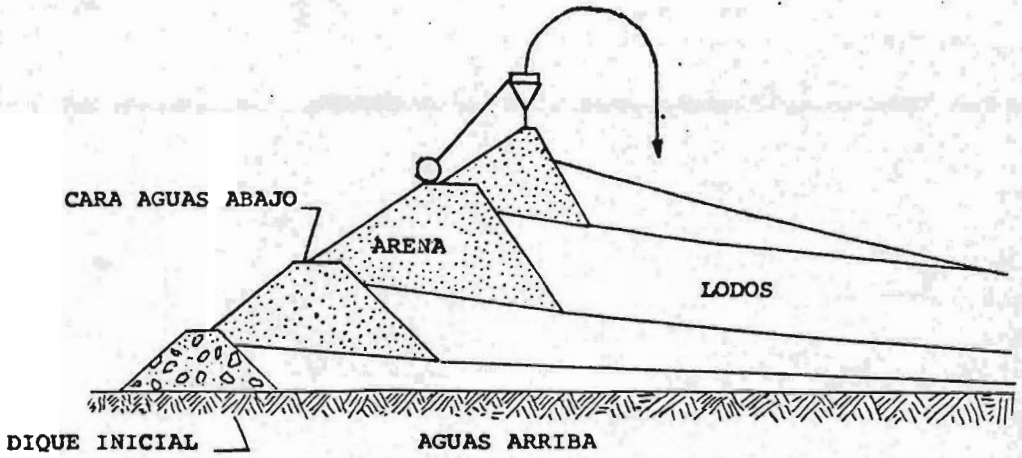


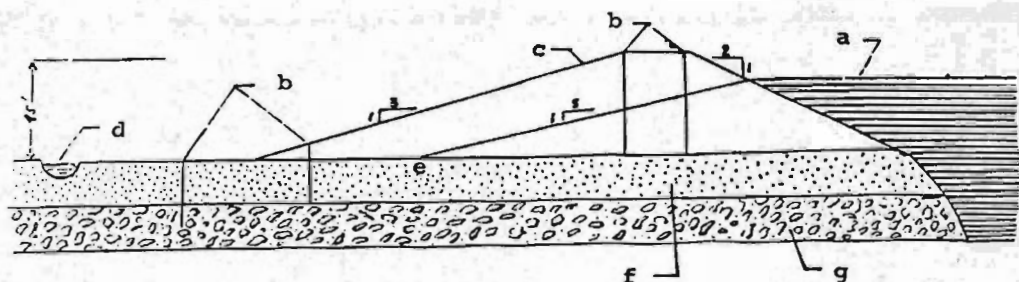
FIG. 12 COMPARACION DE TECNICAS DE CONSTRUCCION
AGUAS ARRIBA CONTRA AGUAS ABAJO.

la presa (Fig. No. 13). La localización de la línea freática es crítica hasta un declive estable. Una pequeña adición de arcilla puede cambiar el declive de la línea freática a una relación de 6 ó 7 a 1 produciendo una inestabilidad. Si el estanque es llenado lentamente, la línea freática en la presa puede ser cuidadosamente monitorizado con piezómetros.

Cuando es compacta la cuneta con firmeza (lo.) y un alto contenido de arcilla en una mezcla de grava y arena en material ajeno, resulta una presa homogénea que es completamente impenetrable; esto no es deseable porque la línea de agua será alta en ambos lados del dique.

Al ir aumentando los lados en el interior de la presa la línea freática intersectara la cuneta en el mismo punto derramándose en la cara aguas abajo. El exterior del dique eventualmente será destruido.

La estabilidad puede ser obtenida por una zona conveniente de material distinto a los jales y/o poder-



- a.- Agua
- b.- Piezómetros
- c.- Declive Original
- d.- Fosa para Lluvia y Filtración
- e.- Nivel Original del Cimiento
- f.- 85 - 90 % Arena - 20 - 200 Mallas compactado
10 - 15 % Arcilla - 200 Mallas
- g.- Arcilla, Arena y Piedra

FIG.13 TIPICA PRESA DE JALES

clasificar las colas del molino, colocando convenientemente la sección del dique como se ilustra en la --- (Fig. No. 14), la (Fig. No. 14 A) ilustra una mezcla - homogénea en la cual no se tiene control de la filtración del agua, el filtro y la zona gruesa aguas abajo. La fig. 14 B, la verdadera condición inestable provoca da por una alineación equivocada de la zona; esa es la zona aguas abajo de permeabilidad (k_2 y k_3) aguas arriba. La figura 14 C, muestra en el mismo material como el usado en la figura 14 B, colocado apropiadamente -- produce excelente control en la filtración y por lo -- tanto mejor estabilidad.

2.3.3.- SISTEMAS DE ELIMINACION O REUTILIZACION DEL AGUA ESTANCADA

El control del agua es común en los tres métodos de construcción previamente discutidos y es uno - de los puntos más críticos en el sistema de depósito, - pues de ello depende la estabilidad o inestabilidad de bordes y por consiguiente de todo el sistema. Se debe hacer un estudio de las precipitaciones locales, determinar que tiempo se va a usar (lo usual es 50 a 100 años).

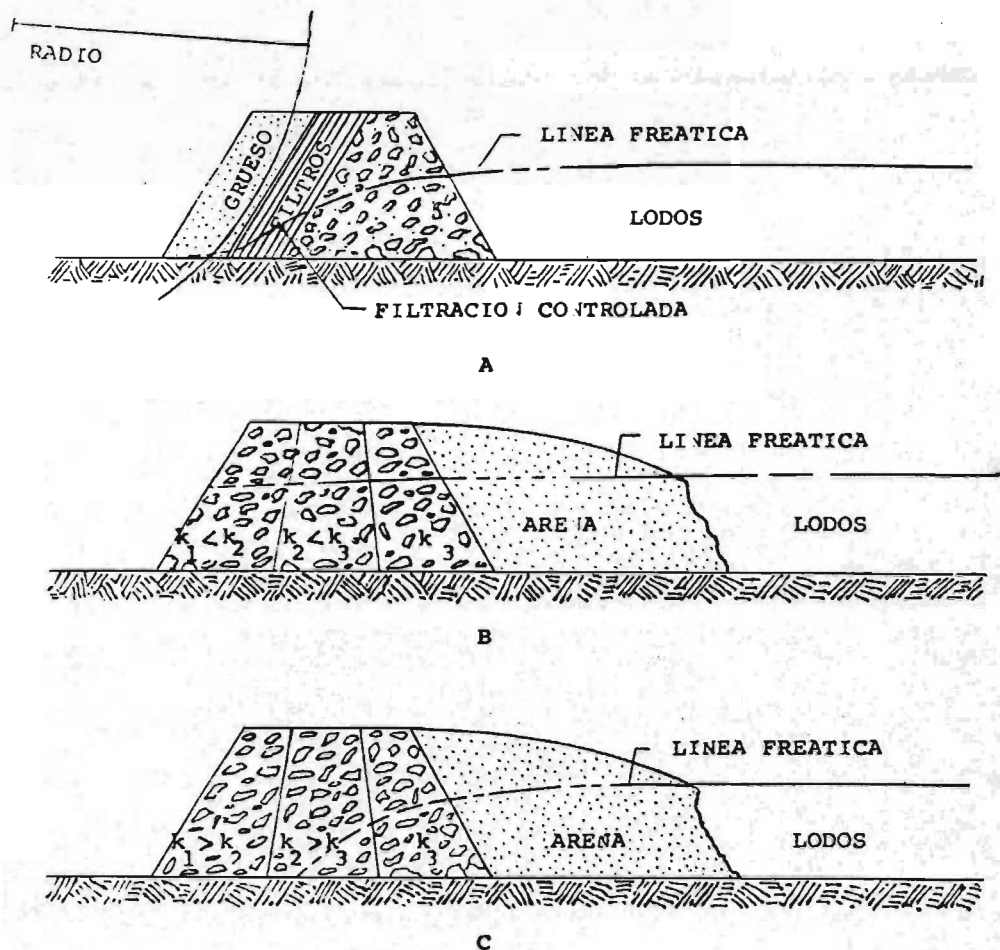


FIG. 14 ESTABILIDAD DE LA PRESA EN RELACION CON SU ZONA

En lo que respecta a la clasificación, se ha recomendado que el estanque se deberá calcular para dar un tiempo de retención de unos 5 días y tendrá una área de 10 a 25 acres del estanque por cada 1000 toneladas - de jales depositados por día.

A continuación se detallan los métodos más -- usuales para el manejo de las aguas recuperadas.

a).- Con línea de decantación.

b).- Con bombas de descarga en la superficie.

c).- Con un sifón lejos de la elevación del - estanque.

a).- El sistema de decantación y la línea de elevación es muy buena, cuando se construye sobre una - base firme para instalaciones grandes, las cuales sopor tan la presión sin hundirse en la base o existiendo que braduras.

b).- Posiblemente es conveniente tener un sistema de decantación con una torre de decantación con -- agujeros de 2 a 6 pulgadas, y una tubería sumergida por abajo de la presa y salir por abajo de la cortina iniciadora a un colector, la tubería puede ser de concreto o tubería de asbesto cemento, sí el diámetro escogido - lo permite.

c).- El estanque de agua deberá mantenerse - siempre lo más alejado del borde o bordes y siempre se deberá calcular un reborde encima del espejo del agua, - para evitar que el agua en caso de que venga una avenida grande, no brinque el borde y lo destruya.

FALLAS MAS COMUNES EN LAS PRESAS DE JALES

Las fallas más comunes en las presas de jales son la licuefacción y la tubificación. La licuefacción consiste en que el borde al estar sobre saturado de --- agua, cualquier movimiento o vibración como la provocada por sismo, una explosión, etc. el material prácticamente se vuelve un líquido y fluye como tal.

Es por esto que una de las consideraciones -- básicas en el diseño de los bordes es el de mantener es tos con la capa freática lo más bajo posible; y el control de éste se logra por medio de mediciones piezomé-- tricas de borde a diferentes profundidades.

La tubificación también es debida a la saturaci ón del dique y existe una filtración y con la presión hidrostática del agua que se va acumulando, se agranda-- y el dique se desploma.

3.- FUNDAMENTO

Resulta apropiado definir algunos terminos -- que ayudarán a entendernos unos con otros. Webster define la contaminación como el acto de contaminar o impurificar, o bien la condición de algo viciado, impuro o sucio.

Es evidente que existen dos significados para la palabra contaminación. Uno de ellos está relacionado con el acto de impurificar algo, agua en este caso, - mientras que el otro concierne a la impurezas conteni--

das en el agua. Nos referimos principalmente al segundo caso, esto es, a las propias impurezas. Si una extensión de agua esta lodosa, descolorida o hedionda, o tiene materia flotante facilmente visible, se puede considerar como contaminada.

TIPOS DE CONTAMINACION

Antes de discutir los tipos de contaminación, es conveniente mencionarlos simplemente estos son:

Químicos

Físicos

Fisiológicos

Biológicos

CONTAMINACION QUIMICA

Existen dos grupos de contaminación química.- Uno de ellos se origina en sustancias orgánicas y el -- otro en inorganicas.

MATERIALES ORGANICOS.- Entre estos se incluyen compuestos tales como proteínas, grasas, jabones, - carbohidratos, resinas, hule, carbon petroleo, colorantes, etc.

MATERIALES INORGANICOS.- Las sustancias --- inorgánicas incluyen compuestos tales como ácidos y alcalis, sales de metales pesados, y sales solubles.

ACIDOS.- Los ácidos de tipo inorgánico aparecen frecuentemente en los desperdicios de minas, fábricas de productos químicos, acumuladores, hierro y cobre. El daño causado se debe principalmente a la reducción del pH del agua, o a la acción fisiológica directa sobre la vida acuatica.

ALCALIS.- Las Industrias Químicas Textiles y de Curtiduria, arrojan desperdicios alcalinos a las --- areas lacustres. El efecto adverso de estas substan--- cias proviene de un pH del agua muy alto o de las con-- secuencias letales sobre los organismos acuaticos.

SALES DE METALES PESADOS.- El plomo, el zinc, el cobre y el níquel, por citar unos cuantos solamente, son dañinos a muchos animales, así como a ciertas plantas. Las fuentes de estos materiales son los efluentes de las instalaciones industriales y de manufactura.

SALES SOLUBLES.- Entre las sales solubles se incluyen bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos y fosfatos de calcio, sodio, hierro, potasio, magnesio y manganeso. Estas sales se encuentran en los desperdicios de las fábricas de productos químicos, en los drenajes de las minas de sal. El agua salada que resulta de estas contaminaciones, puede ser perjudicial para muchos organismos de agua dulce.

CONTAMINACION FISICA

Existen varias clases de contaminación física. Ellas son: Color, turbidez, temperatura, materia suspendida, espuma y radiactividad.

COLOR.- Hay una gran variedad de materiales que imparten color al agua, no se tiene evidencia de -- algún efecto dañino por esta causa. El color puede --- cambiar las características de la luz solar que penetra a una cierta profundidad, causando inhibiciones al crecimiento vegetal, lo cual reduce indirectamente la abundancia animal.

Los colorantes orgánicos son la fuente principal de este tipo de contaminación, pero hay que considerar también algunos minerales.

TURBIDEZ.- La turbidez resulta de la erosión de los suelos, como fuente natural de degradación acuática. Una de las características de muchas aguas de -- desperdicio tanto domésticas como industriales es su -- falta de transparencia. Esto es causado en alto grado por la presencia de materiales muy finos suspendidos -- en el agua, por sustancias coloidales o por ambas.

Estos materiales pueden interferir con las -- actividades de recolección de alimentación de los peces,

invertebrados y otras formas de vida por causa de la --
reducción de la visibilidad. Las sustancias sólidas --
llegan a depositarse sobre los bronquios de los peces, --
anfibios e invertebrados afectando así su fisiología. --
También se reduce la penetración de la luz del sol, con
el consiguiente resultado sobre el crecimiento vegetal.
Además las partículas muy finas recubren las plantas --
acuáticas hasta el extremo de llegarlas a eliminar de
ciertas áreas. Esto no afecta solo a las propias plan
tas sino a los animales que de ellas dependen.

MATERIALES DE SUSPENSIÓN..- Las sustancias --
que están en suspensión en el agua son una de las for--
mas más comunes de contaminación. Se presentan en los
desperdicios domésticos y en muchos afluentes industria
les. Los materiales en suspensión pueden ser orgánicos,
las sustancias en suspensión pueden formar un lecho de --
aluvión en la corriente, recubrir los huevecillos de --
los peces, crear emanaciones de putrefacción e incluso
reventar los huevecillos con su peso. Ciertos materia--
les en suspensión pueden ser dañinos para los peces y --
otras formas de vida tal como sucede cuando los metales

tóxicos se disuelven paulatinamente en el agua. La capa de cieno que se deposita impide el crecimiento y hasta la vida de los vegetales. Los animales se ven afectados por la reducción de la vida vegetal.

CONTAMINACION FISIOLOGICA

La contaminación fisiológica del agua se manifiesta como sabor desagradable u olor nauseabundo. Estos olores y sabores se impregnan algunas veces a los tejidos de los peces e impiden su utilización como alimento. Claro esta que las aguas pueden llegar a ser no potables debido a su olor o sabor. Los desperdicios -- industriales tales como fenoles, sales, hierro, detergentes, amoniaco, cloro y muchos otros, son muy perjudiciales a la calidad del agua en algunas zonas.

CONTAMINACION BIOLOGICA

En esta categoria se incluyen varios patógenos del tipo de bacterias, virus, protozoarios, parasitos-- y toxinas vegetales, que son indeseables o perjudicia--

les debido a su naturaleza, abundancia o concentra-----
ción. Las aguas de desperdicio son una fuente muy fre-
cuente de polución biológica.

3.- FUNDAMENTO

3.2.- PRINCIPALES CONTAMINANTES EN LA INDUSTRIA MINERA
Y SUS EFECTOS EN EL ECOSISTEMA.

Todos los países en desarrollo y particularmente los de América Latina se enfrentan actualmente al complejo problema del óptimo aprovechamiento de sus recursos acuáticos, cuyos principales aspectos son los siguientes:

1.- La cantidad de agua disponible a costos -

razonables tiene un límite que en muchos casos está cercano a alcanzarse. Por ello es cada día más imperiosa la necesidad de re-utilizarla.

2.- El aumento de población demanda mayor producción de alimentos, lo que significa mayor consumo de agua para fines agrícolas, pecuarios, industriales y sanitarios.

3.- El incremento en los índices demográficos y de industrialización siempre va asociado a una elevación en los niveles de contaminación de las aguas.

4.- El desarrollo demográfico e industrial acarrea un aumento muy considerable en los costos per cápita que la administración pública debe erogar tanto para abastecimiento y purificación de agua, como para el desalojamiento y tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales.

Para el estudio de contaminación de aguas, es necesario recurrir al empleo de varias escalas de refe-

rencia o parámetros, cuyo conjunto de valores determina el nivel de calidad de las aguas y su posible uso dentro de las actividades humanas y ecológicas.

La necesidad de recurrir a varios parámetros simultáneamente proviene de la multitud de contaminantes que pueden presentarse en un caso dado y del hecho desafortunado de que cada contaminante puede deteriorar la calidad del agua en forma distinta a los demás. Por otra parte, cada uso específico del agua impone restricciones respecto a uno o varios contaminantes.

Otro factor que complica considerablemente el problema consiste en el diferente origen de los contaminantes, que pueden ser físicos, químicos, biológicos, radioactivos, etc. Esta diferencia implica el uso de técnicas diferentes en el muestreo y determinación de los valores de cada uno de ellos. Además, existen efectos de unos contaminantes sobre otros que pueden acentuar su nocividad o modificar la capacidad de asimilación de los cuerpos receptores.

Mediante un largo proceso de investigación y recopilación de datos a nivel mundial, ha sido posible establecer cuales parámetros son los de mayor importancia en la contaminación de las aguas y fijar los límites tolerables para cada parámetro de acuerdo con el uso específico a que se destine.

PARAMETROS DE MAYOR IMPORTANCIA

Con objeto de obtener un grado satisfactorio de control con el menor costo posible, los reglamentos establecen un grupo mínimo de parámetros que es necesario controlar en los efluentes y registrar en los cuerpos receptores como primera etapa para el control de la contaminación de las aguas.

Existen otros parámetros sumamente útiles --- como es el caso de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que permiten caracterizar con gran precisión a los efluentes y a los cuerpos receptores, pero que normalmente no se determinan en forma continua dentro de la primera etapa de los

programas debido a que aumentan en mucho, tanto el costo como el volumen de trabajo analítico, y que pueden reemplazarse satisfactoriamente mediante el cuanteo del oxígeno disuelto (O.D.).

PARAMETROS DE CONTROL PARA EFLUENTES

Los parámetros más importantes en el control de efluentes son:

- 1.- Sólidos Sedimentables
- 2.- Grasas y Aceites
- 3.- Materia Flotante
- 4.- Temperatura

PARAMETROS DE MEDICION PARA CUERPOS RECEPTORES

Los parámetros que es necesario registrar en los cuerpos receptores son los siguientes:

- 1.- Oxígeno Disuelto (O.D.)

- 2.- Sólidos Disueltos
- 3.- Turbiedad
- 4.- Color
- 5.- Sabor y Olor
- 6.- Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo)
- 7.- Substancias Tóxicas.

Respecto a las descargas que se efectúan a -- las aguas o tierra estas pueden presentarse como sóli-- dos o líquidos, basicamente, aunque ellos pueden mez--- clarse también y convertirse en sistemas de sólidos sus-- pendidos, o en gases disueltos en líquidos, o líquidos-- suspendidos en líquidos.

Tomando en cuenta a las características quími-- cas de los materiales, sin duda hemos de manifestar que existe una gran complejidad ya que ellos pueden estar - constituidos desde por unos cuantos elementos o substan-- cias simples, hasta verdaderos complejos orgánicos o --

inorgánicos creados en forma original en las fuentes, - o bien por reacciones que se genera una vez enviados al medio, lo que conduce en ocasiones al establecimiento - de sistemas aún no bien conocidos por el hombre.

En este caso, como en todos los que el humano considera como sus problemas, y en consecuencia de necesaria resolución, se parte del análisis del sistema para llegar a crear los procedimientos de ataque más racionales de cada parte, y de la síntesis posterior, en la que se integran las soluciones parciales que requiere el problema total en cuestión.

Partiendo de esa base, es posible expresar que dentro de los diferentes elementos compuestos que se -- consideran como contaminantes del medio, existe el grupo de los metales y dentro de ellos, algunos que por -- sus características particulares poseen acciones seve--ras sobre el funcionamiento orgánico de los seres vivos.

Aunque como se ha dicho anteriormente, la cantidad de materiales que contaminan es enorme, a través-

de estas simples etapas hemos llegado a instituir que - en el trabajo actual, solo habremos de ocuparme de los elementos metálicos, no metalicos y de ellos de aquellos que por sus características de agresividad son tratados en específico.

De esta manera, es posible citar al plomo, -- mercurio, arsenico, el cadmio, el cobre, zinc, cromo, - niquel, estaño, antimonio, aluminio, manganeso, silice.

Una vez que se han mencionado los principales contaminantes, se describe a continuación los efectos - que causan al ecosistema.

Entenderemos por ecosistema, un medio ambiente o habitat en donde se conjugan diversos factores naturales que hacen posible la existencia de comunidades biológicas sin intervenciones extrañas a él. Un ecosistema cuenta con un espacio y los elementos naturales necesarios para lograr que exista vida; este espacio debe obtener la energia necesaria para que dicha vida sea po

sible; los elementos biológicos como son organismos --- transformadores de energía las plantas y organismos que aprovechan ese producto animales macroscopicos y microscopicos que se adaptan al medio y que sin perturbación-externa hacen una supervivencia dinámica permanente.

Cuando por razones internas o externas se presentan un desequilibrio en dicho medio ambiente, se pone en peligro la propia dinámica del habitat, causando cambios en mayor o menor grado y cuya influencia se deja sentir de manera directa en los organismos o seres vivientes que lo habitan.

De aqui la importancia de mencionar los parámetros y efectos que origina la industria minero-metalúrgica y que son:

PARAMETROS DE CONTROL PARA EFLUENTES

SOLIDOS SEDIMENTABLES.- Los efectos más importantes en cuerpos receptores son los siguientes:

- 1.- Origiñan depositos sobre la zona fotosintetica interfiriendo con la vida acuatica.
- 2.- Pueden disminuir la concentración de oxígeno disuelto.
- 3.- Aumentan la turbidez del cuerpo receptor.
- 4.- Producen azolvamientos que cambian la geometria del cuerpo receptor y dañan a los organismos que viven en el fondo.
- 5.- Pueden destruir la vida en los arrefices.

GRASA Y ACEITES.-

- 1.- Forman peliculas superficiales que impiden la transferencia de oxígeno y el paso de la luz.
- 2.- Cubren las agallas de los peces y les impiden respirar.

- 3.- Pueden impartir color y olor a peces y moluscos.
- 4.- Pueden disminuir el contenido de oxígeno disuelto.
- 5.- Destruyen la vegetación existente a lo largo de las orillas.
- 6.- Afectan el uso para fines recreativos
- 7.- Imparten olor y sabor desagradable al agua
- 8.- Aumentan la demanda bioquímica de oxígeno
- 9.- Afectan la calidad para fines agrícolas y pecuarios.
- 10.- Forman lodos que afectan la vida del fondo de los cuerpos.

MATERIA FLOTANTE:

- 1.- Pueden formar un lecho de aluvión en la corriente.
- 2.- Recubrir los huevecillos de los peces.
- 3.- Crear emanaciones de putrefacción.
- 4.- Pueden reventar los huevecillos de los peces con su peso.

TEMPERATURA.- La temperatura juega un papel fundamental en:

- 1.- El nivel de saturación del oxígeno disuelto.
- 2.- La rapidez de aeración.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH):

- 1.- Influye en los procesos de coagulación --
química.
- 2.- Desinfección
- 3.- Ablandamiento
- 4.- Control de corrosión.

En los procesos Biológicos de tratamiento de aguas residuales, debe ser mantenido dentro de un cierto ambito que sea favorable a los organismos comprendidos en el sistema; la alteración del pH en un ecosistema puede causar la muerte de peces y esterilizar una corriente acuosa natural.

PARAMETROS DE MEDICION PARA CUERPOS RECEPTORES

OXIGENO DISUELTO.- Los efectos más importantes en agua potable, uso recreativo, piscicultura, uso-pecuario, uso agrícola, uso industrial, son los siguientes

entes:

- 1.- Comunica sabor agradable (agua potable)
- 2.- Indica ausencia de contaminación orgánica (agua potable).
- 3.- Permite el crecimiento de flora y fauna - (uso recreativo)
- 4.- Permite el desarrollo de la fauna acuática (piscicultura).
- 5.- Las mejores especies requieren de mayor oxígeno disuelto (piscicultura)
- 6.- Indica ausencia de contaminación orgánica (uso agrícola, uso pecuario).
- 7.- Comunica mayor poder (uso industrial)
- 8.- Autopurificante al cuerpo receptor (uso industrial).

BATERIAS COLIFORMES Y OTRAS.

- 1.- Implica un serio peligro para la salud --
(agua potable)
- 2.- Requiere un cuidadoso tratamiento y con--
trol de potabilidad (agua potable, uso re
creativo, uso pecuario, uso industrial).
- 3.- Infechan a muchas especies que trasmiten--
enfermedades hidricas al hombre (piscicul
tura).
- 4.- Restringen el uso del agua para cultivos--
de consumo humano o animal directo (uso -
agricola.

SOLIDOS DISUELTOS.

- 1.- Pueden afectar la potabilidad (agua pota--
ble).

- 2.- Un exceso de sales disueltas puede ocasionar trastornos digestivos (agua potable).
- 3.- Puede causar irritaciones (uso recreativo)
- 4.- Pueden afectar la fauna acuática (Piscicultura)
- 5.- Modifican la salinidad normal de los estuarios (Piscicultura).
- 6.- Favorecen la eutroficación (Piscicultura)
- 7.- Pueden originar trastornos a los animales (Uso Pecuario)
- 8.- Pueden dañar a los cultivos y suelos modificando las características de salinidad, sodicidad, etc. (Uso agrícola).
- 9.- Afectan su uso en procesos y para alimentación de calderas (Uso industrial).

- 10.- Aumentan los costos de tratamiento (Uso - industrial).

TURBIEDAD.

- 1.- Aumenta el consumo de coagulantes (Agua - potable).
- 2.- Afecta el aspecto (Agua potable).
- 3.- Incrementa el volumen de lodos residuales por eliminar en las plantas de tratamiento (Agua potable).
- 4.- Afecta el aspecto estetico y la transparencia (Uso recreativo).
- 5.- Dificulta el buceo (Uso Recreativo).
- 6.- Interfiere el paso de la luz a la zona fotosintetica y promueve el desarrollo de especies indeseables o predatoras (Piscicultura).

- 7.- Afecta el aspecto estetico y la transparencia (Uso pecuario)
- 8.- Modifica la permeabilidad y textura natural de los suelos (Uso agricola).
- 9.- Requiere tratamiento para suprimirla (Uso industrial)
- 10.- Aumenta los costos y equipo de tratamiento (Uso industrial).

COLOR.

Hay una gran variedad de materiales que imparten color al agua, no se tiene evidencia de algún efecto dañino por esta causa. El color puede cambiar las características de la luz solar que penetra a una cierta profundidad, causando inhibiciones al crecimiento vegetal.

SABOR Y OLOR.

El agua que presenta estos dos parametros, se considera inutil tanto para el uso de agua potable, piscicultura, uso agricola, uso recreativo y uso industrial.

NUTRIENTES (Nitrogeno y Fósforo)

Este aspecto es quizas el más comúnmente tratado en relación a los fertilizantes y el medio ambiente. El exceso del uso de fertilizantes trae como consecuencia dos problemas muy importantes y que son.

- 1.- La eutroficación, como consecuencia del aumento en la concentración de nitratos y fosfatos en las aguas, que favorecen la multiplicación y desarrollo de la flora acuática, abatiendo los niveles de oxígeno en las aguas, en perjuicio de los peces y demás fauna acuática util. Además, la descomposición de los materiales vegetales pueden dar color, olor y otras propiedades desagradables al agua para uso domestico.

2.- El alto contenido de nitratos en el ----
agua usada para consumo doméstico, puede-
ocasionar metahemoglobina en niños de muy
corta edad y en ganado.

SUBSTANCIAS TOXICAS.

Consideramos de suma importancia mencionar la
presencia de los metales y no metales como contaminan--
tes del ambiente, debido a la necesidad de proteger la-
salud del hombre.

Normalmente los elementos que participan como
catalizadores de reacciones bioquímicas en los procesos
fisiológicos; pero que en altas concentraciones, pueden
afectar a la salud del hombre son los siguientes: Plomo,
Mercurio, Cadmio, Arsenico, Antimonio, Estaño, Cobre, -
Cromo, Zinc, Boro, Bario, Bismuto, Cobalto, Aluminio, -
Silice, Iodo, Selenio, Manganeseo, Fierro y Berilio.

Los elementos (trazas) llegan a introducirse-
en el organismo humano por diferentes vias. Una de ---

esas vías es la ruta: suelo-planta-animal-hombre; pero no son menos importantes las de: rocas-productos industriales-aguas-hombre, o la de desechos industriales-aire-hombre.

Muchos de estos procesos ciclicos, acompañados de cambios químicos, son esenciales para la vida -- ya que los elementos (trazas) están normalmente presentes, aun en cantidades muy pequeñas en el cuerpo humano. Se puede considerar que esas vias de penetración, bajo ciertas circunstancias, pueden ser las responsables de la concentración elevada de uno o varios elementos (trazas) en el organismo humano.

PLOMO: TOXICOLOGIA.

El plomo y sus compuestos causan la enfermedad denominada saturnismo. Tal vez sea esta la intoxicación por metales que se presenta con más frecuencia, en razón de que el empleo del plomo está muy extendido en la industria, así como debido a la variedad de los derivados utilizados.

El plomo y sus compuestos pueden penetrar al organismo por la vía respiratoria, en forma de polvo, - humos o vapores; por vía gástrica o digestiva llevandolo por los alimentos, cigarrillos, etc.

También puede penetrar a través de la piel en compuestos como el tetraetilo de plomo.

La concentración máxima permisible de vapores de plomo en el aire, es de 0.2 mg/m³ de aire.

La concentración máxima permisible de plomo en personas, es de 60 a 80 mcgr/ en 100 gr. de sangre y de 60 a 80 mcgr./ en litro de orina.

Los síntomas de intoxicación de plomo son: dolores de cabeza, vértigos e insomnio. En los casos --- agudos se produce generalmente estupor, seguido de coma, que llega a terminar con la muerte.

El plomo es un veneno con efecto acumulativo- para el hombre. La absorción del plomo por la planta - se hace a través de sus sistema redicular y de su folla

Castillo Nabor Catalino
op.Int.1Piso Lol6 P.Banos Mex, D.F. 1
NOTA NO.7359 15/04/2000 18:55
ATENDIDO POR:Jacinto RIGIN

1 SUSHI PHILADELFIA 28.00
OBSERVACIONES:

B-TOTAL \$	28.00
DESC. \$	0.00
TOTAL \$	28.00

Veinte y Ocho Pesos 00/100
CANC720405
Regimen Pequenos Contribuyente
DOMO ARIGATO!!!
Para comer en el lugar

je. Una vez asimilado por la planta, el plomo está retenido por los cloroplastos y mitocondrias de la célula, llegando a interferir hasta cierto grado con el metabolismo del fierro.

TOXICOLOGIA DEL MERCURIO.

Al igual que el plomo, el mercurio es un veneno con efecto acumulativo para el hombre. Una buena parte del mercurio que se halla en el suelo proviene del aire, que a su vez, ha sido contaminado mediante el uso de sales de mercurio para fines agrícolas e industriales, o mediante la volatilización del metal (Hg) sobretudo en las proximidades de minas de plomo al cual se encuentra asociado el mercurio (Hg).

En el suelo, el mercurio (Hg) está retenido por los materiales orgánicos e inorgánicos y por la poca solubilidad de sus compuestos ya sea en forma de fosfatos, carbonatos y especialmente sulfitos. Los óxidos de manganeso (Mn) y de fierro (Fe) del suelo también -- son otras fuentes de adsorción del mercurio (Hg) en sus

formas aniónica (HgCl_3^- , HgCl_4^{2-}). Es de subrayar que muchos de esos compuestos pueden descomponerse liberando el mercurio (metal) a la atmosfera.

El mercurio (Hg) al igual que el plomo (Pb), penetra en la planta mediante su sistema radicular o -- a través del follaje. Se tienen datos de que las plantas pueden inhalar o exhalar el mercurio (Hg) gaseoso a través de los estomas. Generalmente la concentración del mercurio (Hg) en las plantas varia entre 10-200 ppm; -- sin embargo, se han encontrado concentraciones de 500-3,500 ppm. de mercurio en plantas que crecen cerca de los depósitos de mercurio.

Las sales de mercurio (Hg) son altamente tóxicas al hombre y concentraciones de 3-30 g. de mercurio son consideradas como dosis fatales. La gravedad del envenenamiento por el mercurio ha sido resaltada por el incidente de Minamata y Niigata (Japón) en donde 111 personas (de las cuales hubo 46 muertos) fueron severamente afectadas en su salud después de haber ingerido pescado contaminado con un compuesto de mercurio, (metilo de mer

curio). Los sobrevivientes resultaron, unos con parálisis parcial o total, otros con ceguera.

TOXICOLOGIA DEL CADMIO.

Aunque el cadmio (Cd) se encuentra presente a un nivel bajo en muchas plantas, se considera que éstas, en conjunto con el aire y las aguas domesticas, -- constituyen fuentes importantes de suministro de este elemento al hombre.

La presencia del cadmio en el aire está relacionada con las actividades industriales que pueden ser o no afines con la producción de este elemento.

El cadmio llega al suelo y a la planta mediante la precipitación y descomposición directa. También, al estar asociado como impureza en los fertilizantes -- fosfatados, este elemento alcanza a penetrar en el sistema radicular de la planta de donde se transloca hacia el follaje y las frutas.

Se cree que una exposición continua del individuo a un nivel aún bajo de cadmio, puede resultar en desorden respiratorio, gástrico, intestinal, así como - anemia y enfermedades del corazón (Hipertensión).

Por eso se hace necesario un mecanismo de control de estos elementos en el medio ambiente. Esto, -- con el objeto de contrarrestar los efectos nocivos que pueden derivar de su ingestión en concentraciones altas o de una ingestión continua de dosis relativamente bajas, por el hombre.

TOXICOLOGIA DEL ARSENICO.

Antes de entrar en materia de la toxicología del arsenico, debemos aclarar que cada vez que se hable de arsenico, nos referimos al trióxido de arsenico.

La intoxicación por arsenico puede dividirse en aguda y crónica.

Intoxicación aguda: La reacción aguda se pro

duce ya sea mediante la inhalación de vapores de arsina, o la ingestión de los diversos compuestos arsenicales. Afortunadamente las arsinas no tienen importancia económica, y rara vez se eleban deliberadamente. No obstante la inhalación de los vapores de las arsinas mencionadas aún en pequeñas cantidades, desencadenan sintomatología grave consistente en vómitos severos, escalofrío y debilidad externa, ocasionándose frecuentemente la muerte.

Las manifestaciones clínicas de intoxicación aguda producida por la ingestión de los diversos compuestos arsenicales, se manifiestan por dolor abdominal violento, vómitos y diarrea líquida, que en ocasiones es sanguinolenta. Esta sintomatología de aparato digestivo, se acompaña de trastornos generales tales como calambres musculares, cefalea y sensación de vértigo, pudiendo llegar a producir un estado de shock que se manifiesta por enfriamiento de la piel, pulso débil, respiración entrecortada y superficial, sobre viniendo la muerte con crisis convulsivas y en un periodo que varía de uno a cuatro días.

No todos los casos de intoxicación aguda por arsénico presentan la sintomatología tan grave y dramática mencionada, sino que también son frecuentes la intoxicación producida por alimentos que contienen arsénico y que mediante tratamiento médico adecuado logran vivir. De todos modos desde el punto de vista industrial, los casos de intoxicación aguda arsenical, son excepcionales.

Intoxicación Arsenical Crónica: La intoxicación arsenical crónica es la que más frecuentemente se observa en la industria, y su sintomatología puede dividirse en tres fases de acuerdo con la aparición de sus manifestaciones.

En la primera fase el paciente se queja de debilidad general perdida de apetito y en ocasiones náuseas y vómitos. Algunos pacientes se quejan de sensación de peso en el estómago.

En la segunda etapa del arsenismo crónico, aparecen síntomas que más bien tienen relación con la irritación del contacto local que producen los polvos o

vapores, y no como resultado de una intoxicación crónica sistemática, ya que es frecuente observar que los pacientes con la sintomatología que se presenta en esta etapa, tienen niveles de arsénico en orina inferiores a los límites permisibles.

La sintomatología de la segunda etapa del arsenicismo crónico, se manifiesta por lesiones de orden local y son las siguientes.

DERMATITIS.- El contacto del polvillo de arsénico con la piel determina estas lesiones, observándose de preferencia en los surcos nasogenianos, nuca, dorso de las manos, pliegues del codo e inguinales, así como en el escroto y las axilas.

PERFORACIONES DEL TABIQUE NASAL.- Esta lesión es como producto de la exposición de polvo de arsénico.

Afortunadamente dicha lesión es completamente indolora y no determina ninguna incapacidad funcional, ni deformidad de la nariz, ya que la perforación se produce en la parte media del tabique cartilaginoso.

INFLAMACION DE CORNETES Y TRAQUEO-FARINGITIS.-

Como ya se ha indicado, el efecto primario de la exposición al polvo de arsenico en la industria, se manifiesta principalmente produciendo la dermatitis mencionada, pero también afectando las mucosas del cuerpo, tales como la nasal, faringesa y conjuntival. En la nariz ya se señale la perforación del tabique nasal, la cual puede producirse muchas veces en un lapso corto de tiempo --- (8 a 15 días). Puede igualmente producir inflamación de los cornetes, así como traqueo-faringitis, aunque estas dos últimas lesiones son poco frecuentes.

Cuando se ha producido una dermatitis de la cara y los párpados, frecuentemente se observa también conjuntivitis, que se caracteriza por enrojecimiento, inflamación y dolor de la conjuntiva lesionada.

TOXICOLOGIA DEL ANTIMONIO.

Debe tenerse en cuenta que, generalmente el antimonio se emplea junto con el plomo y el arsénico y muchas veces es difícil diferenciar entre ellos al culpable de una agresión orgánica. Su llegada al organis-

mo es en forma de polvo, en partículas muy pequeñas que se depositan sobre la piel o en el interior de la nariz, la boca o la garganta, siendo finalmente ingerido.

El antimonio y sus compuestos son considerados de alta toxicidad. Los signos y síntomas de su actividad son variados, dependiendo, del tipo de compuesto, grado y tiempo de exposición.

Para un diagnóstico de certidumbre se puede examinar la presencia de antimonio en las materias fecales, la orina, la piel y los cabellos.

La concentración máxima permisible en el ambiente es de 0.5 mg/m^3 de aire.

TOXICOLOGIA DEL ESTAÑO.

El estaño metálico, es considerado generalmente como un tóxico. Algunas sales inorgánicas de estaño son irritantes y pueden liberar humos tóxicos por descomposición, principalmente cuando se trata de halógenos de estaño.

Los derivados alcalinos del estaño, pueden -- ser altamente tóxicos y producir daños a la piel. El polvo de óxido de estaño, ha causado neumoconiosis relativamente benigna. Su límite permisible, es de 0.1 --- miligramo por metro cúbico de aire para derivados orgánicos y 2 miligramos por metro cúbico de aire, para productos inorgánicos.

TOXICOLOGIA DEL COBRE.

La toxicidad de este metal se considera leve; la aspiración de sus humos produce en las personas expuestas la llamada fiebre de los fundidores.

TOXICOLOGIA DEL CROMO.

Los compuestos de cromo trivalente no son nocivos en su manejo por los obreros. Los de cromo hexavalentes, como los cromatos y dicromatos, ocasionan erupciones cutáneas; cuando contaminan el aire en forma de polvo o aspersion, con el tiempo pueden llegar a perforar el tabique nasal. En este respecto los cromatos pa

recen ser más activos que los dicromatos. Hay grandes diferencias en la susceptibilidad de las personas.

TOXICOLOGIA DEL ZINC.

El zinc, es un metal considerado como no tóxico, sin embargo, la inhalación de sus humos puede causar la enfermedad conocida como fiebre de los fundidores o "calosfrios de zinc". Es posible que la gente se --- vuelva inmune a ella, pero esta inmunidad puede romperse al cesar la exposición sólo unos cuantos días. El óxido de zinc se considera un producto inócuo, pero es capaz de producir eczema papular pustular. El cloruro de zinc, debido a su acción cáustica, puede causar ulceración de los dedos, manos y antebrazos de las personas expuestas.

Las sales solubles de zinc, tienen un agudo sabor metálico y son capaces de causar náusea y vómito. Los humos del cloruro de zinc, pueden causar daño a la membrana mucosa del tracto respiratorio y nasofaríngeo, y generar una cianosis gris pálido. La concentración máxima permisible es de 15 mg. por metro cúbico de aire

como óxido de zinc (ZnO).

3.3.- DISTRIBUCION EN LA REPUBLICA MEXICANA Y SU POTENCIAL ECONOMICO DE LAS INDUSTRIAS MINERAS EN MEXICO

Muchas han sido las minas y distritos o zonas por el volumen de su producción ocupan sitio destacado en la historia de la minera y que han contribuido a la producción Minero-Metalúrgica del país con metales argentíferos, auríferos, argento-auríferos, auro-argentíferos y plumbo-argentíferos principalmente, valuados con no menos de \$50 millones por cada mina. La lista de estas minas y plantas de beneficio sería larga y, por tanto, bastará mencionar las más importantes que se enumeran a continuación.

RAZON SOCIAL	UBICACION	CAPACIDAD	TRATAMIENTO	MINERALES
Cía. Fresnillo S. A.	Fresnillo, Zacatecas.	45,000 T/D	Flotación	Plomo, Zinc
Cía. Minera de Cananea, S. A. de C. V.	Cananea, Sonora	30,000 T/D	Flotación	Cobre
Comisión de Fomento Minero	Sta. Julia, Pachuca.	9,000 T/D	Flotación	Plomo, Zinc, Fierro
Cerro de Mercedo, S. A.	Durango, Durango.	6,250 T/D	Gravimetria Flotación	Finos de mineral de Fierro.
Cía. Real del Monte y Pachuca.	Pachuca	3,000 T/D	Flotación Cianuración	Oro, Plata, plomo, Zinc
Industrial Minera México, S. A.	Sta. Barbanera, Chihuahua.	3,000 T/D	Flotación	Oro, Plata, Plomo, Cobre, Zinc
Minera San Fco. del Oro, S. A. de C. V.	San Fco. del Oro, Chihuahua.	2,425 T/D	Flotación	Oro, Plata, Plomo, Cobre, Zinc Jales de Fluorita
Cía. Fresnillo S. A.	Saucillo, Naja, Chihuahua	1,800 T/D	Flotación	Plata, Plomo, Zinc.
Industria Minera México, S.A.	Parral, Chihuahua.	1,500 T/D	Flotación	Jales de Fluorita
Industrial Minera México, S. A.	Charcas, S.L.P.	1,200 T/D	Flotación	Plata, Cobre, Plomo, Zinc, Fierro
Industrial Minera México, S. A.	Sombrerete, Zacatecas	1,200 T/D	Flotación	Cobre, Plata, Zinc.

RAZON SOCIAL	UBICACION	CAPACIDAD	TRATAMIENTO	MINERALES
Industrial Mine ra México, S. A.	Taxco, Guerrero	1,000 T/D	Flotación	Plata, Plomo, Zinc.
Industrial Mine- ra México, S.A.	Sta. Eulalia Aguiles Ser- dan, Chihua- hua.	800 T/D	Flotación	Plomo, Zinc, Plata
Mínera Mexicana Peñoles, S. A. Avalos	Mazapil Pro- videncia, Za- catecas.	650 T/D	Flotación	Plomo, Cobre, Zinc.
Industrial Mine ra México, S.A.	Parral, Chi- huahua.	600 T/D	Flotación	Plomo, Zinc, Oro Plata
Industrial Mine ra México, S.A.	Aldama Plomo sas, Chihua- hua.	550 T/D	Flotación	Plomo, Zinc.
Cía. Minera La Negra y Anexas S. A.	Cadereyta Ma- coni, Quere- taro.	500 T/D	Flotación	Plomo, Pla- ta, Cobre, Zinc.
Impulsora Mine ra de Angangueo	Angangueo, Michoacan	380 T/D	Conc. Grav. Flotación	Plomo, Pla- ta, Zinc,- Cobre
Industrial Mine ra México, S.A.	Inguaran, Michoacan	3,000 T/D	Flotación Conos	Cobre, Tungsteno
Beneficiadora de Zimapán, S.A.	Zimapán, Hidalgo	300 T/D	Flotación	Plata, Plomo, Zinc.
Zimapán, S.A.	Zimapán, Hidalgo	200 T/D	Flotación	Plomo, Zinc Plata.
Cía. Minera Rio Colorado, S. A.	Ciudad Fer- nández, S.L. P.	200 T/D	Flotación	Fluorita
Mínera Mexicana Peñoles, S.A.	Topia, Duran- go.	150 T/D	Flotación	Oro, Plata Plomo, Co- bre, Zinc.

3.- FUNDAMENTO

3.1.- Gasto de agua usado en el Beneficio de Minerales

El agua es el elemento vital para la existencia del hombre y sus alrededores, lo cual nos obliga a prestarle la atención debida en cada uso de que se haga de este recurso para evitar contaminarla.

El agua juega sin duda alguna un papel muy de terminante en todo tipo de proceso, ya que sin ella no se podrían obtener todos los productos que requieren -- procesamiento.

El gasto de agua requerido en el Beneficio de Minerales, varia de acuerdo con la capacidad de producción y tipo de proceso usado para este fin en cada Planta de Beneficio.

Los gastos de agua usados en las Plantas de Beneficio, SAN FRANCISCO, LAS TORRES y RIO COLORADO --- son los siguientes:

A).- PLANTA DE BENEFICIO SAN FRANCISCO:

Esta planta de Beneficio concentra Plomo y -- Zinc por el Proceso de Flotación Selectiva teniendo una capacidad de 18,750 toneladas al mes. El gasto de agua requerido para tal capacidad de Producción es de 27392.33 litros al mes, esta cantidad de agua es a la entrada del molino.

Para determinar la cantidad de agua necesaria en todo el proceso es necesario hacer un balance de agua y pulpa, para si poder saber la perdida y suministro de agua en cada zona de todo el proceso.

B).- PLANTA DE BENEFICIO LAS TORRES.

En esta planta de Beneficio se concentra Plata por el Proceso de Flotación Selectiva, Teniendo una capacidad de Producción de 2000 toneladas al día. El gasto de agua requerido para tal capacidad de Producción es de 2739.23 litros al día, de igual forma que en el caso anterior, esta cantidad de agua es a la entrada del molino.

Para determinar la cantidad de agua requerida en todo el proceso es necesario hacer un balance de agua y pulpa, para poder determinar la pérdida y suministro de agua fresca en cada zona de todo el proceso.

C).- PLANTA DE BENEFICIO RIO COLORADO.

En esta planta de Beneficio se concentra Fluorita por el Proceso de Flotación Selectiva, teniendo una capacidad de Producción de 200 toneladas al día. El gasto de agua requerido para tal capacidad de Producción es de 410.88 litros al día, cantidad de agua alimentada al molino.

Para determinar la cantidad de agua requerida en todo el proceso es necesario hacer un balance general de agua y pulpa, para determinar la pérdida y suministro de agua fresca en cada zona de todo el proceso.

4.- PARTE EXPERIMENTAL

Esta parte puede considerarse como el punto - de mayor importancia del presente estudio, porque además de ser un complemento del aspecto teórico, nos indica la forma de establecer un control adecuado para evitar los principales contaminantes de la Industria Minera.

El desarrollo experimental para fines prácticos se divide en:

I.- Análisis Químicos para aguas con poca con
taminación.

- a).- Calcio y Magnesio (Dureza)
- b).- Cloruros
- c).- Fluoruros
- d).- Oxígeno Disuelto

II.- Análisis químicos para aguas altamente con
taminadas.

- a).- Demanda Química de Oxígeno
- b).- Grasas y Aceites
- c).- Demanda Bioquímica de Oxígeno

III.- Análisis Físicos.

- a).- Potencial de Hidrogeno (pH)
- b).- Temperatura
- c).- Conductancia Especifica
- d).- Turbiedad
- e).- Color
- f).- Sólidos (todas sus formas)

IV.- Análisis de Sustancias Tóxicas.

- a).- Plomo
- b).- Cianuro
- c).- Arsenico
- d).- Otros.

Se tomaron muestras tanto de agua como de sólidos de las Presas de Jales sometidas a estudio para efectuar la cuantificación analítica de sus constituyentes e impurezas. Los análisis Físicos y Químicos se realizaron siguiendo las técnicas analíticas desarrolladas para estos fines halladas en la bibliografía se --- menciona en la parte final.

El plano de localización de las Industrias -- Mineras estudiadas, Plan de Muestreo (para agua y sólidos), así como el principio de los métodos de análisis utilizados y los resultados analíticos obtenidos se enlistan a continuación:

4.1.- Plano de localización de las Industrias Mineras Estudiadas.

a).- CIA. FRESNILLO, S. A.

UNIDAD ZIMAPAN.

La Unidad Zimapán esta ubicada en el Estado - de Hidalgo, a doce kilometros del pueblo de Zimapán.

Entre las mismas montañas y a muy corta dis-- tancia de las minas El Monte y Carrizal, pertenecientes a Zimapán, S. A., se encuentran tanto la mina de San -- Francisco, como la planta de beneficio. En esta planta se benefician por el método de flotación selectiva plo-- mo y zinc, preparándose aqui los concentrados que poste-- riormente se refinarán en Torreón.

Actualmente se extraen de la mina 18,750 tone-- ladas de mineral al mes, resultado de la planta benefi-- ciadora 855 toneladas de plomo y 1,250 toneladas de --- zinc.

Su plano de localización es el siguiente:

CARTA GEOLOGICA CETENAL:

Zimapán: F - 14 - C -46

Latitud: 20° 19'

Altitud: 99° 39' 08"

b).- CIA. FRESNILLO, S. A.

UNIDAD LAS TORRES.

La Unidad Las Torres esta ubicada en el Estado de Guanajuato, a siete kilometros de Guanajuato, Guanajuato.

A muy corta distancia de las minas de comprobada, Peregrina y Bolañitos, se encuentran tanto la mina Las Torres, como la planta de beneficio. En esta planta se beneficia por el método de flotación selectiva plata, teniendo dicha planta una capacidad de producción de 2000 toneladas al dia.

NOTA.- En todos los tipos de mineral se presentan como trazas lo siguiente: Plomo, Cobre y Selenio.

El plano de localización es el siguiente:

Pozo, C. Raices

C. Chichindaro

C. El Trompetero

Plano de localización es el siguiente:

CARTA GEOLOGICA CETENAL:

Guanajuato: F - 14 - C - 43

Aldama: F - 14 - C - 53

Altitud: 21° 00'

Latitud: 101° 13' 02"

c).- INDUSTRIA PEÑALES S. A.

Unidad Rio Colorado.

La Unidad Rio Colorado esta ubicada en el Estado de San Luis Potosí, en la periferia de Ciudad Fernández Municipio de Rio Verde San Luis Potosí.

En esta unidad se beneficia por el método de flotación selectiva fluorita grado acido, teniendo dicha planta una capacidad de producción de 200 toneladas al día.

El mineral que se procesa, proviene de la Mina el Refugio, la cual se localiza en la Delegación el Maguey municipio de Victoria Guanajuato.

Plano de localización:

CARTA GEOLOGICA CETENAL:

El Refugio: F - 14 - C - 16

Latitud: 24° 28'

Latitud: 100° 01'

4.2.- PLAN DE MUESTREO

Muestreo.- Es el proceso de separar una pequeña porción del total de tal manera que la muestra represente el carácter y calidad de la masa de la cual se --tomó.

El muestreo de un agua residual es necesario-para obtener datos concernientes a sus características-Físicas, Químicas y Biológicas.

Existen diferentes formas de muestreo que son:

- a).- Muestra Simple
- b).- Muestra Compuesta
- c).- Muestra Promedio
- d).- Muestra Promedio según su masa de contaminación.

MUESTRA SIMPLE.- Consiste en tomar una sola muestra del agua para analizar y tiene el defecto de -- que no indica las variaciones en la calidad que pudiera haber en el suministro de agua.

MUESTRA PROMEDIO.- Se obtiene a partir del promedio aritmético de los resultados de varias muestras -- simples a intervalos de horas, días, etc. y proporciona una estadística de las variaciones de la calidad del -- agua.

MUESTRA COMPUESTA.- Se obtiene mezclando varias muestras simples de igual volumen pero todas en lapso -- de tiempo determinado y a intervalos fijos, de una indicación más precisa de la calidad promedio del agua.

MUESTRA PROMEDIO SEGUN SU MASA DE CONTAMINANTE.- Al igual que la anterior, se aplica para aguas de desecho industrial y aguas negras, consiste en hacer -- una mezcla a partir de varias muestras tomadas en proporción de gasto de agua, este método también está basado en la masa de los desperdicios industriales que se --

tiran cada día, en lugar de su concentración química.

Los puntos de colección de las muestras deberán ser seleccionadas, tomando en cuenta: las fuentes de contaminación, dilución por corrientes ramificadas, cambios en la topografía y declive de la descarga.

Las técnicas de muestreo se deben aplicar para cada problema específico.

Por regla general se debe tomar la muestra de agua donde exista un flujo turbulento que asegure una composición uniforme en la muestra:

4.2.1.- Para todas las plantas

Tomando en cuenta todo lo anterior y el tipo de Presa de Jales, los métodos de muestreo que deberán utilizarse son los siguientes:

- a).- Muestras Simples y además Muestras Promedio o Muestras Compuestas por Volumen.

b).- Muestras Simples o Promedio y además ---
Muestras Compuestas según su masa de con
taminación.

c).- Muestreo en Cuadrícula (Muestreo de sóli
dos).

d).- Muestreo en Hexagonos (Muestreo de sóli
dos).

El muestro de sólidos se hará utilizando el -
método de cuadrícula (Barrenación en Diamante), ya que
es el más sencillo y eficaz para obtener una muestra to
talmente representativa de toda la presa de jales.

El muestro en cuadrícula (Barrenación en Dia-
mante), consiste en grandes pasos: en la perforación --
que imparte la barrena. La barrenación consta de tres-
pasos que son:

- 1.- Bajar la zarta de perforación
- 2.- Perforar
- 3.- Subir la Zarta.

El movimiento de rotación lo proporciona o lo transmite a la flecha de rotación. El movimiento de rotación va acompañado una lubricación a la barrena, con el fin de que la barrena no sufra mucha fricción.

Se debe levantar un croquis mostrando la cuadrícula que deba levantarse en el terreno de las presas de jales (Ver figura No. 1). para localizar la posición de las barrenas que habra de hacerse con motivo del muestreo que se llevara a cabo.

En el plano se marcaran las lineas de la "A" a la "Z" según el tamaño de la presa, las cuales deberán trazarse paralelas, a 90° de estas deberán tirarse lineas marcadas con números.

Las lineas deberán localizarse 20 metros una de la otra para formar cuadros de 20 metros por lado.

Los barrenos se deben localizar en el cruce de cada línea.

Estos barrenos son en teoria los que se debe-

ran hacer durante el muestreo de la presa pero, naturalmente gran número de ellos quedaran en lugares inaccesibles y no se podrán marcar con estacas de madera y su número respectivo.

Otro método de muestreo es hexagonando la presa en la cual cada ángulo representa un punto de muestreo, al igual que en el centro de cada hexagono y se enumera cada uno como la muestra la figura número dos - (ver parte final de este punto).

4.2.2.- Para cada planta.

Los métodos de muestreo aplicados para la obtención de muestras tanto de líquidos como de sólidos fueron los mismos en las tres presas de jales sometidas a estudio, debido a que presentan las mismas características, y que se describen a continuación:

- a).- PLANTA DE BENEFICIO SAN FRANCISCO,
ZIMAPAN, HIDALGO.

La toma de muestras de líquidos se hizo en los

siguientes dos puntos:

- 1.- Descarga del Ciclón
- 2.- Descarga de la Presa de Jales (Sifon).

Las muestras de agua tomadas (descarga ciclón y descarga presa de jales) fue por intervalos de tiempo durante doce horas de operación de la planta de beneficio de la forma siguiente:

MUESTRA PROMEDIO NUMERO UNO:

Esta formada de cuatro muestras simples tomadas en el horario siguiente: de 8 a 9, de 9 a 10, de 10 a 11 y de 11 a 12 A.M., obteniendose dos litros por cada muestra y un total de ocho litros respectivamente.

MUESTRA PROMEDIO NUMERO DOS:

Esta formada al igual que la anterior de cuatro muestras simples las cuales fueron tomadas en el -- horario siguiente: de 12 a 13, de 13 a 14, de 14 a 15,- de 15 a 16 P.M., obteniendose dos litros por cada muestra simple y un total de ocho litros respectivamente.

MUESTRA PROMEDIO NUMERO TRES:

Esta formada de cuatro muestras simples tomadas en el horario siguiente: de 16 a 17, de 17 a 18, de 18 a 19 y de 19 a 20 P.M., obteniéndose dos litros por cada muestra simple y un total de ocho litros.

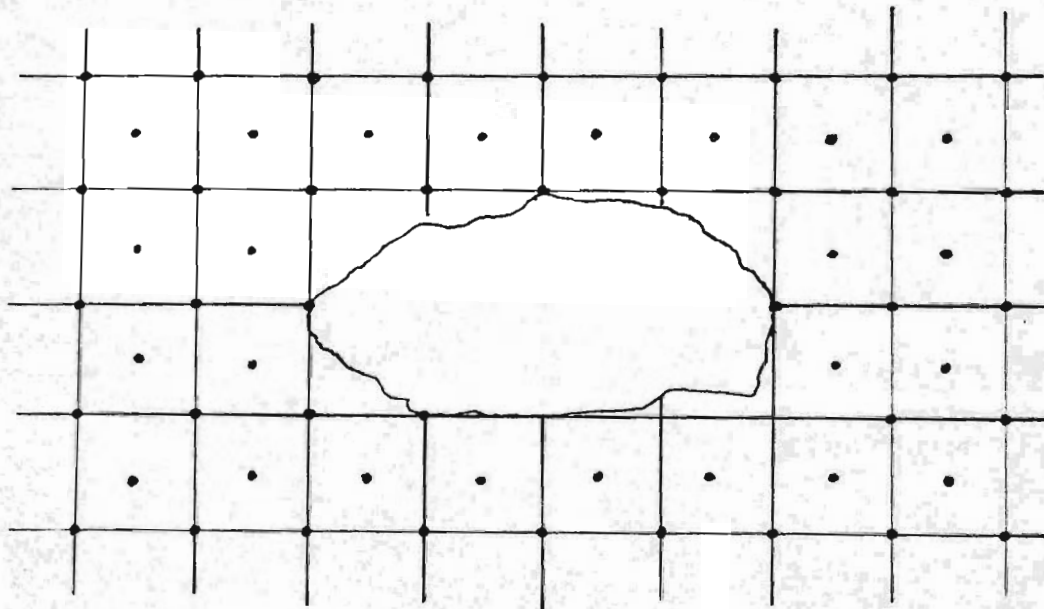
Teniendo finalmente un total de 24 litros, -- volúmen que se considera suficiente y representativo, -- tomado en proporción al gasto de agua usado en el proceso y que recibe el nombre de Muestra Compuesta.

El muestreo de sólidos se hizo directamente -- en la presa de jales de la forma siguiente: Se cuadricula toda la superficie de la presa de jales tomando -- una distancia entre líneas (línea y línea) de 10 metros (líneas paralelas), despues se trazan líneas perpendiculares (formando un ángulo de 90° con respecto a las primeras) de igual distancia de 10 mestros entre ellas.

Una vez formada la cuadrícula, se marcan los puntos donde se habran de tomar las muestras (puntos de cruce entre líneas) y se procede a tomarlas, obteniendo se una muestra total de 20 kilos la cual posteriormente

se reduce a 10 kilos por cuarteo.

El método seguido se ilustra en la siguiente-
figura:



Representación gráfica del método seguido en el muestreo de sólidos en la presa de jales, donde (●) representa los puntos de muestreo.

b).- PLANTA DE BENEFICIO RIO COLORADO
RIO VERDE, SAN LUIS POTOSI.

Las técnicas de muestreo seguidas en esta pre

sa de jales fueron las mismas que en el caso anterior.

c).- PLANTA DE BENEFICIO LAS TORRES
GUANAJUATO, GUANAJUATO.

El muestreo de sólidos se hizo utilizando el método de cuadrícula (Barrenación en Diamante) anteriormente tratado.

Para el caso de muestreo de líquidos, solo se hizo en la descarga del ciclón ya que en la presa de jales fue imposible por no existir una velocidad de asentamiento y por lo tanto son difíciles de asentar y secar los jales y obtener agua decantada.

4.3.- PROGRAMA DE ANALISIS.

El análisis químico es de suma importancia ya que el objetivo de este es el de investigar los elementos que constituyen una sustancia y determinar en qué proporción se encuentran.

El análisis físico al igual que el químico es muy importante ya que este determina todas las propiedades físicas de una sustancia.

Aunados los dos análisis obtenemos una información completa de que es, como esta constituida dicha sustancia y que propiedades importantes presenta y así proveer el bien o el mal que puede acarrear al -- permitir su descarga.

La determinación de los elementos químicos y propiedades físicas estan basadas hoy en dia en técnicas modernas utilizando la instrumentación química, la cual esta reemplazando a gran parte de los viejos procedimientos analíticos húmedos para determinaciones rutinarias de compuestos menores.

Los sistemas instrumentales aplicados al análisis y control químico son ampliamente aceptados como métodos que ahorran tiempo, requieren menos separaciones químicas y son seguros y sensibles. La ventaja que tiene sobre los métodos de análisis por via húmeda deriva directamente del hecho de que determinan la composi-

ción química por medio de la medición de las propiedades físicas.

4.3.1.- Análisis a efectuar.

Tomando en cuenta la importancia del presente estudio, se ve la necesidad de determinar todos los componentes y propiedades del agua residual y la composición de los sólidos arrastrados y sedimentados, esto es con doble finalidad ya que por un lado se podrá saber si el agua residual esta totalmente degradada (contaminada) y si los sólidos tienen valores minerales (metales pesados) en altas concentraciones que en su descarga puedan afectar al ecosistema o bien, sean explotados nuevamente en un tiempo no muy lejano.

Para poder obtener resultados confiables que indiquen realmente el grado de contaminación del agua residual y con estos predecir los problemas que ocasionará el cuerpo receptor y este a su vez al ecosistema, se determinarán los siguientes análisis que para fines prácticos se dividen en:

I.- ANALISIS FISICOS:

- a).- Potencial de Hidrogeno (pH)
- b).- Temperatura
- c).- Conductancia Especifica
- d).- Sólidos (todas sus formas)
- e).- Color
- f).- Turbiedad.

II.- ANALISIS QUIMICOS:

- a).- Calcio y Magnesio (Dureza)
- b).- Cloruros
- c).- Fluoruros
- d).- Oxígeno Disuelto
- e).- Demanda Química de Oxígeno
- f).- Grasas y Aceites
- g).- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- h).- Plomo
- i).- Cianuro
- j).- Arsenico
- k).- Otros.

Antes de entrar en materia de los análisis a-
efectuar se considera necesario mencionar la importan--

cia sanitaria de cada uno de los elementos y propiedades físicas a determinar y con esto se dará la importancia debida a cada uno de los resultados que se obtengan.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH).

La determinación de la concentración de iones hidrógeno, através del conocimiento del pH, es una práctica muy valiosa en el campo de la Ingeniería del medio ambiente. Por ejemplo: en un sistema de abastecimiento de agua, el pH influye en los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de corrosión; en los procesos Biológicos de tratamiento de --- Aguas residuales, debe ser mantenido dentro de un cierto ámbito que sea favorable a los organismos comprendidos en el sistema; la alteración del pH en un ecosistema puede causar la muerte de peces y esterilizar una corriente acuosa natural; las aguas de pH bajo pueden aumentar la corrosión de las estructuras de acero o concreto; los procesos químicos para secar lodos o para oxidar ciertas substancias como el ión cianuro, requieren un control estrecho de pH.

Por estar razones y debido a las relaciones funcionales que existen entre pH, ácidos y alcalinidad, es muy importante comprender tanto los aspectos teóricos como prácticos del pH. Mientras que los términos "Alcalinidad" y "Acidez" indican la reserva total o capacidad amortiguadora de una muestra, el valor del pH representa la actividad instantánea del ión hidrógeno.

TEMPERATURA.

Desde el punto de vista sanitario merecen especial consideración los efectos de la temperatura en los procesos de autopurificación. La temperatura juega sin duda un papel fundamental en la autopurificación de los desechos orgánicos; afectando simultáneamente la rapidez de estabilización de la materia orgánica, el nivel de saturación del oxígeno disuelto y la rapidez de aeración.

a).- Efecto de la temperatura en la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

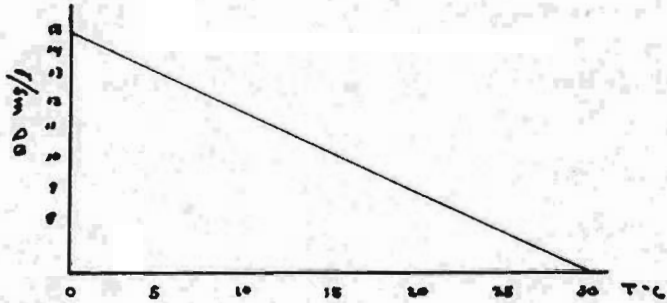
El método más apropiado para determinar la concentración de materia orgánica en una muestra de

agua, es cuantificar la cantidad de oxígeno disuelto -- requerido para su estabilización (DBO).

b).- Efecto de la temperatura en el nivel de saturación del OD.

La solubilidad del oxígeno en el agua está en función de su presión parcial y temperatura. Las leyes de Henry y Dalton pueden emplearse para calcular la cantidad de oxígeno presente en el estado de saturación a una temperatura dada. A presión atmosférica constante, el nivel de saturación del oxígeno disuelto disminuye - al aumentar la temperatura, pero como también se incrementa la DBO: la capacidad de autopurificación del agua se ve seriamente obstaculizada.

En la siguiente figura se muestra la dependencia del nivel de saturación del oxígeno disuelto con la temperatura.



Efecto de la Temperatura en el nivel de saturación del oxígeno disuelto.

c).- Efecto de la temperatura en la rapidez de aeración.

La aeración es el mecanismo por el cual los cuerpos de agua pueden dotarse de oxígeno tomándolo de la atmósfera. Dos mecanismos gobiernan el proceso de aeración: el de Disolución y el de Difusión. El primero actúa hasta saturar una película de agua en la inter

fase aire-agua con oxígeno. El segundo actúa transfiriendo el oxígeno disuelto a partir de esta zona a profundidades mayores.

La rapidez de disolución del oxígeno de la atmósfera, es proporcional a la diferencia entre la concentración de la saturación (C) y la concentración real (C_{real}).

CONDUCTANCIA ESPECIFICA.

a).- Para comprobar la pureza de un agua destilada o desionizada, se ha aceptado un alto grado de pureza de agua destilada la que contenga una resistencia específica de 500,000.00 ohms es decir 2.0 microhmios/cm a 25° C.

b).- Para dar una idea de las concentraciones de los minerales disueltos en nuestras aguas de desecho. Sin embargo como la conductancia depende del tamaño, número de iones, carga de los mismos y la viscosidad, no es posible comparar dos resultados iguales de diferentes desechos.

Para encontrar el factor de los sólidos disueltos en un desecho de composición constante es necesario efectuar un mínimo de 10 determinaciones en un período de dos semanas.

El factor que multiplica el valor de la conductancia específica para obtener los sólidos disueltos varía de 0.56 a 0.9 dependiendo de los componentes solubles en determinada agua y la temperatura de la muestra.

c).- Para las aguas de irrigación, la conductividad expresa la salinidad. Se ha tomado el valor de una solución de Cloruro de Sodio 0.05 normal (N) con una conductancia de 604 micromhos/cm. a 25° C como el factor que al multiplicarlo por la conductividad expresa la salinidad como lo indica la ecuación siguiente:

$$\text{Salinidad} = \text{Mhos/cm} \times 604$$

Es importante conocer el valor de la conductividad pues al aumentar ésta, aumenta la presión osmótica lo que ocasiona una disminución en la respiración de las plantas. El cuadro número uno (1) proporciona el criterio de conductividad de aguas de riego a 25° C.

 CONDUCTIVIDAD EN MICROMHOS/CM A 25°C EN AGUAS DE RIEGO

Excelente (Menor)	250
Buena	250 - 750
Permisible	750 - 2000
Dudosa	2000 - 3000
Inservible (Mayor)	3000

En rios y corrientes, se ha tomado como valor aceptado para la vida de la flora y la fauna valores en un rango de 150 a 500 micro-mhos/cm.

SOLIDOS (Todas sus formas).

La U.S. Public Health Service Standards, recomienda un contenido de sólidos de 500 mg/l para aguas que se destinen al uso domestico, y fija un limite de - 1000 mg/l.

Aguas con alto contenido de sólidos pueden -- ser laxantes, son inferiores en cuanto a sabor y pueden ocasionar otras molestias en personas no acostumbradas a su ingestión.

CALCIO Y MAGNESIO (Dureza).

Para el consumo humano, las aguas duras son - tan satisfactorias como las suaves. Pero si presentan problemas en la industria por las incrustaciones que -- ocasiona en el equipo que está en contacto directo con el agua a altas temperaturas esto ha hecho necesario el diseño de tratamiento especiales para la remoción de la pureza.

FLUORUROS.

El interes de la Ingenieria Sanitaria en la - determinación de fluoruros, esta enfoca a su remoción - de las aguas que los contienen en exceso y a la necesidad de dosificarlos a niveles óptimos cuando haya deficiencia de ellos.

Cuando los fluoruros exceden de 1 mg/l causan fluorosis dental.

En 1938 H y T Dean Public. Health Repts (U.S.) demostro que las caries dentales es menos ocurrente ---

cuando está presente la fluorosis dental.

Los fluoruros en aguas de abastecimiento público pueden dosificarse en varios niveles tales que controlen las caries dentales y evitar la fluorosis. Países que han adoptado esta medida han logrado resultados positivos desde las primeras etapas de la infancia. -- Siendo un desinfectante, combate los organismos dañinos y no produce generalmente un agua esteril.

GRASAS Y ACEITES

Son diversos los problemas ocasionados por -- las grasas y aceites, todos estos originados por su baja solubilidad en agua y su tendencia a formar películas muy finas en la superficie, misma que interfiere la transferencia de oxígeno atmosférico lo que es indispensable tanto para la autopurificación de los cuerpos naturales de agua, como en los sistemas de tratamiento -- biológico.

En el tratamiento de lodos activados, la gra-

sa generalmente se acumula en bolas de grasa impartiendo un aspecto desagradable a los tanques de asentamiento final. En los sistemas de alcantarillado causan problemas por taponamiento de las alcantarillas.

Además las grasas y aceites imparten sabor y olor desagradable al agua afectando también el sabor de los peces para consumo humano.

PLOMO

El plomo se encuentra en algunas aguas naturales, pero puede ser introducido como un constituyente de varios desechos procedentes de industrias y minas, el agua no debera contener más de 0.03 a 0.05 p.p.m.

Cuando se tiene agua contaminada con sales de plomo, a los peces se les forma una película mucosa --- coagulante, primero sobre las agallas y posteriormente sobre todo el cuerpo causándole sofocación.

El plomo es un elemento que no se encuentra naturalmente en el cuerpo humano. Es acumulativo, tóxi

co y la ingestión del agua que la contenga en pequeñas cantidades puede dar lugar a síntomas de envenenamiento con plomo (como saturnismo).

CIANUROS

El ión cianuro, es muy tóxico; como los cianuros alcalinos simples forman CN^- cuando se disocian en soluciones acuosas, presentan como consecuencia, una alta toxicidad. Muchos de los cianuros metálicos alcalinos son bastante estables en soluciones acuosas y por lo tanto, poseen escasa o nula toxicidad. Bajo ciertas condiciones, algunos de ellos no bien definidos estos complejos se descomponen y presentan varios grados de toxicidad, dependiendo del metal presente y de la preparación de grupos CN^- que se convierta a cianuros alcalinos simples como su CN^- tóxico.

La presencia de cianuro en el agua, tiene un efecto significativo sobre la actividad biológica del sistema. Por ejemplo: Dodge y Reams, encontraron que el límite de toxicidad hacia los peces, en un tiempo infinito es de 0.1 mg/l con CN^- . Ludzack observó que los

microorganismos causantes de la autopurificación se ---
inhiben por un contenido de CN^- de 0.3 mg/l o más los -
limites de toxicidad se afectan por la calidad del agua,
por la temperatura y por el tipo y tamaño de los organ^{is}
mos, por lo que es difícil definirlos.

ARSENICO

El arsenico se encuentra en pequeñas cantida-
des en los tejidos del cuerpo pero si su concentración-
aumenta excesivamente es altamente tóxico para el hom--
bre se ha comprobado que el arsénico es carcinógeno, --
conociendose muchos casos de cancer en la piel de perso
nas que han consumido aguas contaminadas; en otros se -
tienen estudios de Cordova, Argentina, Taiwan y la re--
gión lagunera de México. La concentración de arsénico-
en la mayoría de las aguas potables rara vez es may^{or} -
de 0.01 mg/l aunque se ha reportado valores tan altos -
como 0.1 mg/l. Los límites que se han fijado en el --
agua de bebida considerandose una concentración de 0.05
mg/l como máximo tolerable y 0.01 mg/l como limite tole
rable.

Bajas concentraciones de arsénico estimula el crecimiento de las plantas pero su presencia excesiva - en el agua de irrigación reduce notoriamente las cosechas.

ANALISIS A EFECTUAR

a).- Determinación del pH.

Método Electrometrico: Se han sugerido varios tipos de electrodos para la determinación electrométrica del pH. Aunque se reconoce al electrodo de hidrógeno como patrón primario actualmente se utiliza ampliamente el Potenciómetro con un electrodo de vidrio y otro de Calomel como electrodo de referencia.

El electrodo de referencia asume un potencial constante en tanto que el de medición (electrodo de vidrio), genera un potencial que depende del pH de la muestra. Esta diferencia de potencial sensible al pH, es - amplificada y media sobre una escala preparada tanto para medir pH como la fuerza electromotriz en milivolts, producida en la cadena electroquímica respectiva.

a.1.- Medición del pH.

1).- Se lleva el corrector manual térmico al valor de temperatura que corresponde a la muestra. La temperatura tiene dos efectos importantes; varía el potencial de los electrodos y modifica el grado de ionización de la muestra. El primer efecto se compensa por un ajuste del que disponen los mejores aparatos comerciales; el segundo es inherente a la muestra y se toma en consideración al anotar en conjunto el pH y la temperatura de la muestra.

2).- Se introduce el electrodo en la muestra y se pone el botón de comando operacional en la posición de pH.

3).- Leer el pH de la muestra; esperando a que el electrodo de vidrio alcance el equilibrio (30 segundos).

4).- Regresar el botón de comando operacional a la posición de apagado.

b).- Determinación de Temperatura.

b.1.- Equipo y Procedimiento:

El equipo normal consta de un termómetro de mercurio, con un ámbito aproximado de 0 - 100° C. Esto es suficiente para muchos fines generales. La escala debe estar subdividida en 0.5° C o en 1° C con el fin de facilitar la lectura. Para evitar roturas los termómetros de campo deben estar provistos de un estuche metálico.

Para observaciones a grandes profundidades, se emplean aparatos especiales que pueden ser de dos tipos; Termómetro integrado al muestreador y Termómetro de Reversión.

Dicho termómetro tiene graduaciones de 0.1°C- y está protegido por un pequeño dispositivo.

Este muestreador puede ser usado hasta profundidades de 430 metros y nos puede servir para tomar muestras de agua para análisis químicos o de plancton.

El termómetro de reversión es un tipo especial de termómetro de mercurio montado en un bastidor metálico el cual puede girar. Su funcionamiento es el siguiente:

Se introduce el termómetro a la profundidad deseada, se deja durante 5 minutos, posteriormente se suelta el mensajero que activa un mecanismo que lo hace girar 180 grados. Debido a una contracción de la columna de mercurio, al girar el termómetro, se interrumpe el paso del mercurio, permaneciendo éste en la parte inferior, la cual se encuentra graduada. Algunos termómetros traen una cubierta de vidrio para protección y un termómetro de inmersión total, como auxiliar.

Siempre que se quiera hacer mediciones, se deberá usar más de dos termómetros, en el mismo punto.

El termómetro de reversión es muy usado en estudios oceanográficos y Limnológicos.

c).- Determinación de Conductancia Específica.

c.1.- Aparatos.

1.- Puente de Wheatstone con las que se pueden efectuar lecturas con una precisión de $\pm 5\%$ en muestras de agua potable superficial, salinas, desechos domésticos e industriales.

El instrumento es capaz de medir conductancias específicas de 0.1 a 250000 micromhos/cm.

2.- Celda de Conductividad Específica: la cual es simple en sus estructuras básicas, consiste en dos discos de metal o electrodos firmemente espaciados en una cámara aislada que sirve para separar una porción del líquido. Este arreglo hace que la resistencia o conductancia sea independiente de todo el volumen de la muestra y de la proximidad de la superficie. Para protección de las celdas se encuentran montadas dentro de un tubo de vidrio o plástico abierto en el fondo para permitir la entrada de la muestra y con aberturas en la pared, para la salida del aire.

Son preferibles las celdas de vidrio por poder observar el grado de limpieza de las placas y las posibles averías en las mismas.

Los electrodos están cubiertos con un depósito esponjoso de platino negro, el cual aumenta gradualmente la efectividad de la superficie y reduce el efecto de polarización al pasar la corriente entre los electrodos.

El cuadro siguiente muestra las diferentes constantes (K) de las celdas, su configuración y el rango recomendado para su aplicación.

Constante K	Configuración	Resistencias de aplicación	Conductividades.
0.1	Electrodos pequeños y separados.	Más de 50000 ohms.	Menos de 20 micromhos.
1.0	Electrodos grandes y poco separados.	Cerca de 50000 ohms.	Mayores de 20 micromhos.

Como se puede ver con la ayuda del cuadro anterior, y teniendo una idea del tipo de desecho por ana

lizar, se puede conocer el tipo de celda recomendable.

Para los conductímetros que se emplean rutinariamente, se recomienda revisar las celdas y asegurarse que: a).- el revestimiento de platino en las celdas se encuentre intacto; b).- las placas no se encuentren cubiertas con materia suspendida; c).- las placas no se encuentren dobladas, desalineadas o distorcionadas y -- d).- es importante mantener las celdas espaciadas.

c.2.- Procedimiento

A).- Equipo

A.1.- Puente de Conductividad

A.2.- Celda de Conductividad de ---
Constante Conocida.

A.3.- Probeta con una profundidad -
suficiente para introducir la
celda.

A.4.- Termómetro

1.- En la probeta añadir aproximadamente 50 ml.
de agua destilada. Agitese bien la celda para remover-
todas las burbujas de aire presentes y vacie la probeta.

2.- Añadir la muestra a la probeta en un volumen suficiente hasta casi la totalidad del electrodo, - agite la celda con el fin de excluir las burbujas de aire y lograr también el equilibrio en la lectura.

Mida la temperatura de la muestra, llevando - el botón de temperatura al valor leído de temperatura - o llevalo a 25° C.

Si el aparato cuenta con un compensador automático solamente asegúrese que el electrodo se encuentre bien sumergido y espere unos segundos para lograr la estabilización de la lectura.

3.- Encienda el aparato y gire el botón de -- lectura. Para los equipos con "Ojo magico" es necesario encontrar la máxima amplitud, lo que significa que el puente está balanceado.

4.- Lea la escala correspondiente, en los aparatos que cuenten con el botón de sensibilidad primero es necesario cerrarlo para lograr el rango en que se --

encuentra nuestra lectura; el rango se obtiene con la -
maxima amplitud del ojo magico. El botón de sensibili-
dad se abre al maximo y con el botón de lectura se vuelve
a ajustar ésta hasta alcanzar la máxima amplitud del
ojo magico.

5.- Multiplicar el valor leído en el aparato-
en micromhos/cm por la constante (K) de la celda para -
obtener la conductividad real.

d).- Determinación de Sólidos.

Las principales determinaciones están encami-
nadas a obtener información sobre la cantidad de sólidos
totales, suspendidos, disueltos y sedimentables, como -
se muestra a continuación:

1.- Sólidos totales

1.1.- Fijos

1.2.- Volátiles

2.- Suspendidos

2.1.- Fijos

2.2.- Volátiles

3.- Disueltos

4.- Sedimentables

SOLIDOS TOTALES

Este término se aplica a la totalidad del material que queda en un recipiente tarado, después de la evaporación de una muestra determinada de agua y del secado subsecuente a una temperatura definida. En cuanto a sólidos esta determinación es la única de importancia en el campo de abastecimientos de agua.

SOLIDOS DISUELTOS

La cantidad y naturaleza de la materia disuelta e insoluble que se presenta en los líquidos varía -- enormemente en aguas potables, la mayoría de la materia esta en forma disuelta y consiste principalmente en: -- Sales inorgánicas, pequeñas cantidades de materia orgánica y gases disueltos. Las determinaciones de las cantidades de materia disuelta e insoluble se efectúan ha-

ciendo pruebas en las porciones de muestra filtrados y no filtrados.

Una rápida estimación del contenido de sólidos disueltos de un abastecimiento de agua puede ser obtenida midiendo la conductividad específica. Tal medida indica la capacidad de una muestra para conducir la corriente eléctrica.

SOLIDOS SUSPENDIDOS

La determinación de sólidos suspendidos es extremadamente valiosa en los análisis de aguas contaminadas y de aguas residuales. Es uno de los mejores parámetros usados para valorar la concentración de las aguas residuales domésticas y para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento. En el trabajo de control de la contaminación de corrientes, se considera que todos los sólidos suspendidos son sedimentables, no siendo el tiempo un factor limitante. La sedimentación se espera que ocurra a través de la floculación biológica y química; de aquí la demanda bioquímica de oxígeno. Usualmente el tamaño de muestra se limita a 50 ml. a -

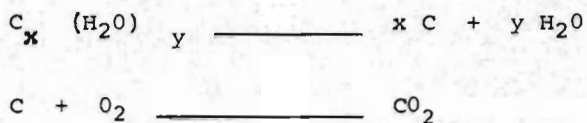
menos, debido a las dificultades encontradas para filtrar muestras mayores. El peso de los sólidos removidos raras veces excede de 20 mg. y a menudo es menor de 10 mg. errores pequeños en la pesada o pérdidas del borde del filtro, pueden ser bastante significativas. Es muy importante que los crisoles gooch sean cuidadosamente preparados y llevados a peso constante antes de usarse. Para obtener una mayor exactitud en la determinación es necesario filtrar una mayor cantidad de muestra. En aguas tratadas biológicamente o ligeramente contaminadas, a menudo se requiere filtrar 500 ml. de muestra para producir un aumento de peso de 10 mg. de sólidos.

SOLIDOS VOLATILES Y FIJOS

Uno de los principales objetivos para efectuar estas determinaciones en aguas residuales domésticas e industriales y en muestras de lodos, es obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente. Esta prueba consiste en un procedimiento de combustión en el cual la materia orgánica se convierte en CO_2 y H_2O . La temperatura se controla para prevenir la descomposición y volatilización de las sustancias inorgá-

nicas. La pérdida de peso se interpreta en terminos -- de materia orgánica.

El procedimiento es llevar a calcinación a -- 550° C aproximadamente a temperaturas inferiores a esa la materia orgánica, particularmente residuos de carbón resultante de la pirolisis de carbohidratos, pueden oxi darse a una velocidad razonable.



Por consiguiente a 550° C la descomposición de las sales inorgánicas se reduce. A cualquier compuesto de amonio no liberado durante el secado se volatiliza - pero la mayoría de otras sales inorgánicas son relativa mente estables con excepción del $MgCO_3$, como se muestra en la ecuación:



En la determinación del contenido volatil de sólidos suspendidos, las sales inorgánicas disueltas no

se consideran debido a que se eliminan durante el procedimiento de filtración. En análisis de lodos, los compuestos de amonio que existen principalmente como carbonato de amonio, se volatilizan completamente durante los procedimientos de evaporación y secado y no están presentes para interferir en la determinación de sólidos volátiles.



Se producen serios errores en las determinaciones de sólidos volátiles cuando no se controlan las temperaturas de calcinación.

El CaCO_3 se descompone a igual o mayor de 825°C ($T = 825^\circ \text{C}$) siendo uno de los componentes mayores de las sales inorgánicas normalmente presentes en las muestras sujetas a análisis de sólidos volátiles su descomposición puede ocasionar errores significativos.

SOLIDOS SEDIMENTABLES

Este termino se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentan por influencia de la gravedad;

solo se sedimentan los sólidos suspendidos más gruesos con una gravedad específica mayor que la del agua. Los lodos son acumulaciones de sólidos sedimentables. Su medida es importante en ingeniería práctica para determinar la conducta física de las corrientes residuales que entran a las masas de agua naturales.

La determinación de sólidos sedimentables tiene aplicaciones muy importantes. Primero se usa muy extensamente en el análisis de aguas residuales industriales, para determinar la necesidad y el diseño de tanques de sedimentación primaria en plantas que se emplean procesos de tratamiento biológico. La prueba se usa también en forma amplia en la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales para determinar la eficiencia de las unidades de sedimentación.

La prueba se efectúa en un cono de IMHOFF, permitiendo un tiempo de sedimentación de una hora. Las muestras se deben ajustar casi a la temperatura ambiente y deben llevarse a cabo en lugares en donde la luz directa del sol no interfiera con la sedimentación.

normal de los sólidos. Los resultados se reportaran en mg/l de sólidos sedimentables.

d.1.- Procedimiento y Calculo

Determinación de Sólidos totales, fijos y volátiles:

En muestras que tengan un pH inferior de (a)-4.3. se agrega NaOH y se mantiene ese pH de 4.3 durante la evaporación; el peso de NaOH que se adicione se reduce del peso del residuo. Al filtrar es conveniente hacerlo primero en el aire y finalmente en desecador para completar el enfriamiento en una atmosfera seca. Calci-
ne la Capsula de Porcelana

Enfrie y Pese (A).

Mida 100 ml. de la muestra en la probeta graduada y transfieralos a la capsula de porcelana.

Evapore la muestra a sequedad en la estufa a-103° C hasta peso constante, o en baño maria primero y-
despues en la estufa a 103° C.

El secado por una hora es usualmente suficiente.

Enfrie y Pese (B).

Si se determinan sólidos volátiles, calcine el residuo de la evaporación a 550° C hasta peso constante (se ha encontrado que los residuos de efluentes y aguas residuales usualmente alcanzan su peso constante después de 15 a 20 minutos de calinación).

Enfrie y Pese (C).

CALCULO.- El peso de la capsula después de evaporar la muestra (B) menos el peso de la capsula (A) -- es igual al peso en gramos de los Sólidos totales.

$$\text{mg/l Sólidos totales} = \frac{(B-A) \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Los Sólidos Totales menos los Sólidos Volátiles Totales dan los Sólidos Fijos Totales.

$$\text{mg/l Sólidos Fijos Totales} = E - F$$

d.2.- Procedimiento y Calculo

Determinación de Sólidos Suspendidos, Fijos y Volátiles.

Preparación del disco para filtrar: Coloque un disco de fibra de vidrio para filtrar en un crisol Gooch con la superficie arrugada mirando hacia arriba - teniendo cuidado de que el disco se coloque en el fondo del crisol y cubra completamente las perforaciones. Coloque el crisol con el filtro en un aparato de filtración y aplique vacío.

Con el vacío aplicado, lave el disco con agua. Después de que el agua se ha filtrado, desconecte el vacío y pase el crisol con el filtro a una estufa a 103°C por una hora. Si se determinan sólidos Volátiles pase el crisol a una mufla y calcine a 550° por 15 minutos.

Deje enfriar un momento el crisol antes de colocarlo en el desecador para evitar que se produzca un vacío. Una vez que el crisol ha alcanzado la tempe-

ratura ambiente, saquelo del desecador y pese (A).

TRATAMIENTO DE LA MUESTRA.

Excepto para las muestras que contienen una concentración muy elevada de sólidos suspendidos. Para filtros muy lentos, seleccione un volumen de muestra -- que sea igual a 14 ml. o más por cm^2 del área del filtro.

Coloque el crisol con el disco en el aparato de filtración con el vacío aplicado; humedezca el disco con agua destilada para colocarlo contra el crisol ---- Gooch. Mida el volumen seleccionado de muestra bien -- mezclada con una pipeta volumétrica, matraz volumétrico o probeta, filtre la muestra a través del disco; usando succión.

Dejando la succión lave el aparato tres veces con porciones iguales de agua destilada, permitiendo un drenado completo en tres lavadas, interrumpa la succión, remueva el crisol Gooch y seque en una estufa a 103°C

por una hora, despues del secado, enfrie el crisol en un desecador a la temperatura ambiente antes de pesarlo en una balanza analitica (B).

Si se determinan Sólidos Volátiles, calcine el crisol Gooch con el disco y los Sólidos Suspendidos por 15 minutos a 55° C, despues de este tiempo pase el crisol a un desecador y dejelo enfriar a la temperatura ambiente y Pese (C).

CALCULO: La diferencia entre el Peso del Crisol antes de filtrar (A) y el peso del crisol despues de filtrar (B) da el Peso en gramos de Sólidos Suspendidos Totales.

$$\text{mg/l Sólidos Suspendidos Totales} = \frac{(B-A) \times 1000}{\text{ml.de muestra}}$$

$$\text{mg/l Sólidos Suspendidos Totales} = D$$

La diferencia entre el peso del Crisol despues de filtrar la muestra (B) y el Peso del Crisol despues de Calcinarse (C) da el Peso en gramos de la Perdida por Calcinación o Sólidos Suspendidos Volátiles.

$$\text{mg/l Sólidos Suspendidos Volátiles} = \frac{(B-C) \times 1000}{\text{ml. de muestra}}$$

$$\text{mg/l Sólidos Suspendidos Volátiles} = E$$

Los Sólidos Suspendidos totales menos los Sólidos Suspendidos Volátiles dan los Sólidos Suspendidos Fijos.

$$\text{mg/l Sólidos Suspendidos Fijos} = D - E$$

d.3.- Procedimiento y Calculo.

Determinación de Sólidos Disueltos.

Los Sólidos Disueltos pueden ser obtenidos, -- además de usar las medidas de Conductividad Específica, por diferencia entre los Sólidos Totales y los Sólidos Suspendidos Totales o por evaporación de una muestra -- filtrada, siguiendo la técnica de la determinación de Sólidos Totales.

d.4.- Procedimiento y Calculo

Determinación de Sólidos Sedimentales

Verta un litro de aguas residuales crudas en-

un Cono de Imhoff y deje que los Sólidos se sedimenten- 45 minutos, agite suavemente los lodos del cono con un agitador o por rotación para que se sedimenten por 15 - minutos más y lea los Sólidos Sedimentables directamente en ml/l.

e).- Determinación de Calcio y Magnesio (Dureza).

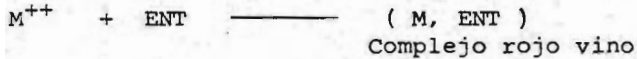
La dureza se expresa en terminos de CaCO_3 , ya sea en mg/l, ppm ó cpm.

DETERMINACION DE DUREZA POR TITULACION CON EDTA

Se emplea una solución valorada de Acido ---- Etilendiaminotetraacético o sus sales de sodio (EDTA).

El uso de este método depende de la presen--- cia de un indicador que determine el EDTA en exceso, o cuando todos los iones causantes de la dureza se han -- combinado. El colorante que sirve para éste proposito. Cuando se añade una pequeña cantidad de ENT de color -- azul, a un agua dura con un pH de 10 aproximadamente, -

se combina con iones Ca^{++} y Mg^{++} para formar un complejo debil de color rojo vino.



El color azul obtenido de la titulación anterior debe permanecer 5 minutos aproximadamente, para reducir al minimo la tendencia a la precipitación de CaCO_3

e.1.- Interferencias

Algunos iones metálicos interfieren con este procedimiento dando por resultado la perdida del vire o imprecisión en su apreciación; la interferencia se reduce añadiendo inhibidores a la muestra antes de la titulación con EDTA.

También puede interferir en el vire la materia orgánica, suspendida o coloidad, la cual se elimina evaporando a sequedad en baño maria la porción alicuota y calentando a 600°C en una mufla hasta la oxidación completa de la materia orgánica. El residuo se disuel-

ve en 20 ml. de ácido clorhídrico 1 Normal, se neutraliza a pH de 7 con NaOH (Hidróxido de Sodio) 1 Normal y se diluye a 50 ml. con agua destilada, se enfría y se continúa el procedimiento de titulación.

e.2.- Procedimiento.

1).- Se debe seleccionar una muestra que debe consumir menos de 15 ml. del titulante. La duración de la titulación no debe exceder a 5 minutos, contados a partir del tiempo de la adición de la solución amortiguadora.

2).- En una cápsula de porcelana u otro recipiente apropiado, se diluyen 25 ml. de la muestra a unos 50 ml. con agua destilada.

3).- Agregar 1 a 2 ml. de la solución amortiguadora para obtener un pH de 10.0 a 10.1. Si en la titulación no se obtiene un vire preciso de color generalmente significa que se debe agregar un inhibidor o que el indicaro se ha deteriorado.

4).- Agregar lentamente el titulante, agitando continuamente la muestra, hasta que desaparezca de la solución el ultimo tinte rojizo. En el vire el color de la solución es azul bajo condiciones normales.

5).- Agregar 1 a 2 gotas de la solución del indicador ó una cantidad apropiada del indicador en polvo.

6).- Calculo

$$\text{Dureza (EDTA) en mg/l de CaCO}_3 = \frac{\text{ml de EDTA} \times 1000 \times f}{\text{ml de la muestra}}$$

f = mg de CaCO₃ equivalente a 1 ml. de EDTA

7).- Reactivos

1.- Solución Amortiguadora:

Disolver 16.9 g. de NH₄Cl en 143 ml. de NH₄OH concentrado, se agrega 1.25 g de la sal de Magnesio del EDTA y se diluye a 250 ml. con agua destilada.

f).- Determinación de Cloruros

En una reacción por precipitación, la espe---

cie titulada forma un compuesto poco soluble con el titulante. Las consideraciones de este punto están limitadas a las titulaciones por precipitación en las que participa el ion plata, es decir, a las titulaciones argentométricas. Estas titulaciones sirven para la determinación de ion cloruro, de algunos otros iones que forman sales de plata poco solubles, y de la propia plata.

Muchas sales de plata, incluyendo el cloruro, son sensibles a la luz y se descomponen en presencia de ésta. Por consiguiente, en las titulaciones argentométricas se debe evitar la exposición directa a la luz. La luz diurna difusa o la fluorescente directa puede perjudicar la observación del punto final, especialmente cuando se emplea un indicador de adsorción.

f.1.- Preparación del Nitrato de Plata 0.1 N

Pésese entre 8.4 y 8.6 g de nitrato de plata - previamente secada a 150° C durante 2 horas.

f.2.- Titulación argentométrica de cloruros - con el método de Volhard.

El ion tiocianato forma una sal poco soluble de color blanco con el ion plata:



Esta reacción puede aplicarse a la titulación de ion tiocianato con ion plata y viceversa. El hierro (III) y el ion tiocianato forman un complejo soluble -- rojo-café de fórmula FeSCN^{2+} ; por consiguiente, el hierro (III) puede actuar como indicador de la titulación. Estos fenomenos son aplicables a técnicas de retrotitulación de ion cloruro en una solución bastante ácida. - La solución problema de iones cloruro se trata con un volumen medido de solución valorada de nitrato de plata. Este exceso se retrotitula con solución valorada de --- tiociano de potasio. En esta retrotitulación, el punto final queda señalado por la aparición de una coloración café-rojiza en la solución. Sin embargo, el color se - desvanece después de unos cuantos segundos. Esta coloración puede explicarse en terminos de la reacción del tiocianato del complejo de hierro (III) con el cloruro de plata.

f.4.- Reactivos

Solución valorada 0.1 N de nitrato de plata, - solución saturada de sulfato de amonio y hierro (III), - preparada agitando 15 g de la sal hexahidratada con 10-ml. de agua destilada y dejando que la solución permanezca en contacto con el material sin disolver; ácido nítrico 1:1; nitrobenceno; tiacinato de potasio sólido.

f.5.- Determinación de Cloruros.

1).- Tomar una alícuota de 25 ml. de la muestra problema y pasarla a un matraz Erlenmeyer de -- 250 ml. y añadanse 5 ml. de ácido nítrico 1:1. Por medio de una bureta, viértase solución de nitrato de plata en el matraz de titulación, agitándolo continuamente. Asegúrese de que la solución de nitrato de plata - esté en exceso (Nota 1). Anotese el volumen de solución añadida.

2).- Agreguese 3 ml. de nitrobenceno a - la solución y agítese vigorosamente durante medio minuto (Nota 2). Añádase 1 ml. de la solución del indicador de hierro y retrotítúlese con una segunda bureta, hasta

obtener el color café-rojizo que persista por 1 minuto.

3).- Calcúlese el resultado en miligramos de cloruro de sodio NaCl, presentes en la muestra total.

- NOTAS:
- 1.- Cuando el precipitado esté coagulado y sedimentado, es bastante simple comprobar la presencia de un exceso de nitrato de plata. Por medio de una bureta, se añaden unas cuantas gotas de la solución de nitrato de plata y se observa si todavía se produce algún precipitado.
 - 2.- El nitrobenzeno es una sustancia tóxica que se absorbe rápidamente en la piel. Evítese el contacto con los ojos, la piel o la ropa, así como la inhalación de sus vapores. Limpiése todas las salpicaduras inmediatamente. Si cae sobre la piel, límpiese con agua caliente y jabón.
 - 3.- En la titulación de las alícuotas adicionales se recomienda la adición de un exceso

de cuando menos 3 ml. de solución de ----
nitrato de plata, con respecto a la canti
dad usada en la primera.

g).- Determinación de Fluoruros.

Método del Electrodo de Ion Especifico.

g.1.- Principio.

Este tipo de electrodos son en realidad sensores especificos. Se puede usar en cualquier aparato mo
derno para medir pH que tenga una escala expandida gra-
duada en milivolts, y con un electrodo de calomel como-
electrodo de referencia. El elemento principal en este
tipo de electrodo es un cristal de fluoruro de lantano
revestido de europio del tipo láser, através del cual -
se establece un potencial por la presencia de iones fluoru
ro.

El cristal está en contacto por un lado con la
solución de la muestra y por el otro con una solución -
interna de referencia.

La celda debe presentarse como:

Ag/AgCl, Cl^- (0.3 M), F^- (0.001M)/ LaF_3 /Solución de ---
Prueba/Esc.

Dicho electrodo puede usarse para medir la -- actividad o la concentración del ión Fluoruro en mues-- tras acuosas, mediante el uso de una curva de calibra-- ción apropiada.

La actividad del ión fluoruro depende de la - fuerza iónica total de la muestra. Además el electrodo no responde al fluoruro que está unido o acomplexado.

Estas dificultades se minimizan al agregar -- iones citratos y además por la adición de una solución-- amortiguadora de una alta fuerza iónica total que com-- pense las variaciones en la fuerza iónica de la muestra.

g.2.- Interferencias.

Los cationes polivalentes tales como -- Al (III), Fe (III) y Si (IV) que se acomplexarán con el ión fluoruro. El grado de dicho acomplexamiento depen-- derá del pH de la solución y desde luego de los nive--

les relativos de fluoruro y de las especies acomplejantes.

El ión citrato presente en la solución amortiguadora, se acomplejará preferentemente hasta con 2 mg/litro de Aluminio y liberará el fluoruro como ion libre. En soluciones ácidas, el ión hidrogeno forma complejos con el ión fluoruro, pero el acomplejamiento es despreciable si el pH se ajusta por arriba de 5.

En soluciones alcalinas el ión Hidroxilo también interfiere con la respuesta del electrodo al ión fluoruro, siempre y cuando el nivel del ión hidroxilo sea más grande que 1/10 del nivel del ión fluoruro presente.

Sin embargo, a pH = 8 o más bajo, la concentración molar del hidroxilo es de 10^{-6} o menor, y no ocurrirá ninguna interferencia con cualquier concentración medible del ión fluoruro.

g.3.- Aparatos.

pHmetro con escala - expandida, o medidor de ión específico, que estén previstos de una escala en milivolts, además de la del pH.

g.4.- Reactivos.

1.- La solución madre y patrón

2.- Solución amortiguadora para el ajuste de la fuerza iónica total. Colocar 500 ml. de agua destilada en un matraz aforado a 1 litro, añadir 57 ml. de ácido acético glacial, 58 g. de cloruro de sodio y 12 gramos de $\text{Na}_3 \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (citratato de sodio hidratado). Agitar hasta disolución.

Enfriar el matraz y mediante un potenciómetro ajustar el pH entre 5.0 y 5.5, añadiendo poco a poco -- hidróxido de sodio (NaOH) y por último aforar a un litro con agua destilada.

g.5.- Procedimiento.

1.- Calibración

Cuando se usa un pHmetro se debe ajustar el control de calibración de tal forma que el patrón

de 1 mg/litro F marque cero (100 mV), cuando se usa la escala expandida.

En el caso de usar un medidor de electrodo de ión específico se deben seguir las instrucciones del fabricante para la calibración del aparato.

2.- Preparación de Patrones de Fluoruro.

Medir 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, y 10.0 ml. de la solución patrón de fluoruro y colocarlos en matraces aforados de 100 ml. para tener concentraciones de fluoruro de 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.6 y 2.0 mg/litro.

Añadir a cada matraz 50 ml. de la solución amortiguadora para el ajuste de la fuerza iónica total, y aforar hasta la marca (100 ml) con agua destilada. Mezclar bien.

3.- Tratamiento de la muestra.

En un matraz aforado de 100 ml., colocar 50 ml. de muestra y diluir hasta la marca con la solución amortiguadora para el ajuste de la fuerza iónica -

total, mezclar bien.

Se recomienda que las soluciones patrones y la muestra se encuentren a la misma temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$)

4.- Este punto se menciona con el fin de recomendar a que se lleben a cabo todos los puntos con el cuidado preciso y apegarse a todas las condiciones que se indican.

MEDICION DE FLUORURO CON EL ELECTRODO

Transferir cada una de las soluciones patrones y la muestra (o muestras) a recipientes de, cuando menos, 150 ml de capacidad.

Sumergir los electrodos y medir el potencial desarrollado durante la lectura, las soluciones deben agitarse por medio de un agitador magnetico, pero no antes de que se sumerjan los electrodos, ya que el aire atrapado alrededor del cristal puede producir lecturas erróneas y fluctuaciones en la aguja.

Antes de tomar la lectura final, los electrodos deben permanecer en la solución por 3 minutos.

Los electrodos deberán lavarse antes y despues de cada lectura efectuada con diferentes muestras.

Calculos:

$$\text{mg/l F} = \frac{q \cdot F}{\text{ml. de muestra}}$$

h).- Determinación de Demanda Química de Oxígeno.

Método del Dicromato de Potasio.

Se han propuesto varias sustancias para la -- determinación de la DQO, incluyendo el KMnO_4 que utilizan los ingleses bajo las siguientes condiciones de --- prueba:

Temperatura ambiente, 4 horas de tiempo de -- prueba, (KIO_3) y el ácido (HI) el cual presenta el problema de que se requiere un control muy estricto en la-

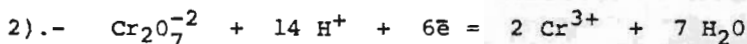
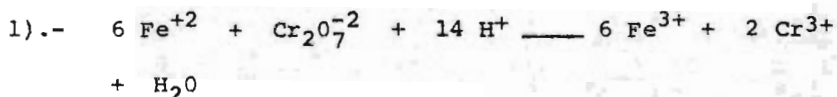
prueba $C_e (SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ que no es muy buen oxidante, -- $HClO_4$ pero se ha encontrado que el $K_2Cr_2O_7$ es el más -- práctico de todos, ya que es un potente oxidante en solu-
 ciones fuertemente ácidas. Además es un compuesto rela-
 tivamente barato y puede ser obtenido en un elevado es-
 tado de pureza. Este método se basa en que muchos ti-
 pos de materia orgánica son destruidos por una mezcla -
 de $HCrO_2$ y H_2SO_4 en ebullición.

El método consiste en someter una muestra a -
 reflujo conteniendo materia orgánica, con H_2SO_4 (al 50%
 de la solución total) y $K_2Cr_2O_7$ valorado durante el pe-
 riodo de reflujo. La materia oxidable reduce una canti-
 dad equivalente de $K_2Cr_2O_7$, el remanente es valorado --
 con una solución de $Fe(NH_4)_2(SO_4)$ de concentración cono-
 cida. La cantidad de $K_2Cr_2O_7$ reducido (cantidad inicial
 de $K_2Cr_2O_7$ menos el restante después de la oxidación) es
 una medida de materia orgánica oxidada.

El ion Fe es un agente reductor excelente para
 el $K_2Cr_2O_7$. El sulfato ferroso amoniacal se obtiene en
 forma pura y estable. En solución, sin embargo, como -
 casi todas las soluciones de los agentes reductores es-

lentamente oxidado por el aire, por eso se requiere --- que se valore cada vez que se utilice, esto se hace con solución de $K_2Cr_2O_7$ de concentración conocida.

La reacción entre el $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ y el $K_2Cr_2O_7$ se representa por las ecuaciones: uno, dos y tres.



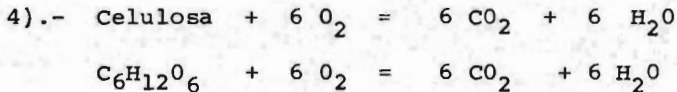
En la ecuación (2) se ve más claramente la reducción o ganancia de electrones del cromo 6 a cromo 3- por la ecuación de Nerts (3) se indica la dependencia - del potencial actual de la reacción en la temperatura.

$$3).- \quad E = 1.33 - \frac{RT}{6F} \log \frac{(Cr^{+3})^2}{(Cr_2O_7^{-2})(H^+)^{14}}$$

El pH y la concentración del ion dicromato. - De la estequiometria de la ecuación (2) se ve que el peso equivalente del $K_2Cr_2O_7$ que reacciona es igual a su-

peso molecular entre 6 electrones activos por lo que -- el peso equivalente del $K_2Cr_2O_7$ será 48.0 gr./gmol.

Como los resultados de la DQO se reportan en terminos de la cantidad de oxígeno y la estequiometria de esta oxidación es la misma que la de la reacción de la DBO (4) calcularemos el número de miligramos de oxígeno equivalente, al titular con 1 mililitro de $K_2Cr_2O_7$



El número de equivalentes del oxígeno es ---- igual a su peso molecular dividido entre la valencia activa que es de dos pe = $16/2 = 8$, el número de gramos en un litro en una solución 1N de $K_2Cr_2O_7 = 48$ g. por litro. En una solución 0.25 N habrá $48 \text{ g/l} \times 0.25 = 12.25 \text{ g/l}$ $\times 1 \text{ litro}/1000 \text{ ml.} = 0.0125 \text{ g/ml.}$, el equivalente de ml. equivalentes de la solución de $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N es: 0.24

Para que la reacción se efectue, 0.24 meq. de la solución 0.25 N de $K_2Cr_2O_7$ reaccionará con 0.24 meq.

de O_2 el número de mg de oxígeno que equivalen a 1 ml.- de la solución de $K_2Cr_2O_7$ serán: $0.24 \times 0.009 = 0.00192$ g. = 2 mg. por cada ml. de $K_2Cr_2O_7$.

En la ausencia de un catalizador, los ácidos-grasos de bajo peso molecular y sus sales como el ácido acético y el ion acetato y ciertos alcoholes, no son -- oxidados por el dicromato. Muers propuso la adición -- del $AgSO_4$ como catalizador para oxidar estos compuestos. No obstante, aunque se encuentre presente el catalizador de plata, muchos compuestos orgánicos, incluyendo a los hidrocarburos aromaticos (0- $\$$), el NH_3 , la piridina --- ($CH=CH_2$): N, utilizada esta última como desnaturalizante de alcoholes, en la medicina y en la industrial textil, y el tolueno $CH_3-C_6H_5$ no son oxidados completamente en la prueba. Por ejemplo, se han encontrado las siguientes eficiencias de oxidación aún utilizando a la - plata como catalizador:

Piridina	0.8%
Benceno	8.0%
Tolueno	22.5%
Etanol	80.1%
Acido Oleico	77.1%

además el Cr_2O_7 es capaz de oxidar a los Cl^- a Cl_2 como se menciona con anterioridad cada miligramo de cloruro oxidado tiene un DQO equivalente a 0.23 mg. ló que produce resultados erróneos.

h.1.- Toma de Muestra y Almacenamiento.

Las muestras que contienen sólidos sedimentables deben homogenizarse suficientemente por medio de un mezclador pero que sean representativas deben analizarse inmediatamente después de su colección, si no es posible, deben preservarse con 2 ml. de H_2SO_4 por cada litro de muestra.

h.2.- Equipo.

- 1.- Matraces Erlenmeyer de 250 a 500 ml. con cuello esmerilado de 24/40.
- 2.- 2 refrigerantes Friedrich, Liebing, West-u otro equivalente de 300 mm con uniones esmeriladas de 24/40.
- 3.- Tubo de hule de 0.6 cm. de diametro

4.- Parrillas con soporte

5.- Tela de alambre con asbesto para lograr -
ebullición completa.

6.- Matraces aforados de 1000, 500, 100 ml.

7.- Bureta graduada de 50 ml.

8.- Pipetas volumetricas de 20, 10, 5 ml.

h.3.- Reactivos.

1.- Solución de $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N para DQO mayores de 50 p.p.m. La solución se prepara disolviendo -- 12.259 g. de $K_2Cr_2O_7$, de calidad patrón primaria previamente secado a $103^\circ C$ por 2 horas, en agua destilada diluyendo a 1000 ml., para eliminar la interferencia de nitratos se puede agregar ácido sulfámico en cantidad de 10 mg. por cada mg. de NO_2^- ; si se usa una muestra de 20 ml. por conveniencia se recomienda que el ácido sulfámico se agregue a la solución de $K_2Cr_2O_7$ 0.25 N ya que debe ser incluido en el testigo de agua destilada.

2.- Acido Sulfurico concentrado conteniendo -

22 g de $AgSO_4$

3.- Solución titulante patrón de sulfato ferroso amoniacal: $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4) \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 0.10 N. 0.025 N para DQO de 5 a 50 mg/l y de 0.25 para DQO mayores de --- 250 mg/l. Agregue 20 ml. de H_2SO_4 concentrado.

Esta solución se debe valorar con la solución de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ el día que se va a usar.

4.- Indicador de ferron. Disuelva 1.785 g. -- de 1,10 fenantrolina mono-hidratada junto con 695 g. de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y diluya a 100 ml.

5.- AgSO_4 en polvo

6.- HgSO_4 en cristales

7.- Acido Sulfámico.

h.4.- Precedimiento.

a).- Coloque 0.4 g de HgSO_4 , el cual puede medirse convenientemente con una cuchara No. 638 de hach-company o igual, en un matraz de reflujo agreguese 20 -

ml. de muestra, o una alícuota diluida a 20 ml. con --
agua y mezcle. Luego agregue 10 ml. de $K_2Cr_2O_7$ y varios
trocitos de piedra pómez o perlas de vidrio los cuales--
han sido calentados previamente a $600^\circ C$ por una hora --
conecte el matraz al condensador, lentamente agregue 30
ml. de H_2SO_4 concentrado que contiene $AgSO_4$, a través --
del condensador, mezclando cuidadosamente mientras se --
agrega el ácido mezcle perfectamente antes de aplicar el
calor; si no se hace esto, hay calentamientos locales --
en el fondo del matraz y la muestra puede ser expulsada
del condensador.

Lleve a reflujo por 2 horas (el aparato debe--
tenerse ya listo con las conexiones de agua corriente).
Un período más corto de reflujo puede ser usado para de--
sechos particulares si se encuentra que da la máxima --
DQO. Enfrie y lave el condensador con H_2O destilada --
(es recomendable usar una piseta de plástico).

Diluyala a 150 ml. aproximadamente con agua --
enfrie a la temperatura ambiente y valore el exceso de--
 $K_2Cr_2O_7$ con la solución 0.1 N de $FeSO_4$ usando ferrón co
mo indicador. Use generalmente 2 ó 3 gotas del indica--
dor (0.1 a 0.15 ml.).

Aunque la cantidad de ferrón es crítica, no - debe variar en las muestras siguientes, el cambio de color es claro el cual va del azul verdoso al cafe rojizo y debe tomarse como punto final aunque el color azul -- verdoso vuelva a aparecer. Lleve a reflujo un testigo- con 20 ml. de agua en lugar de la muestra, junto con la misma cantidad de los reactivos, cuidando que la ebullición empiece al mismo tiempo que en la muestra.

h.5.- Calculo

$$\text{mg/l de DQO} = \frac{(a-b) N \times \text{meq} \times 10^6}{\text{ml. de la muestra}} = \frac{(a-b) N \times 8000}{\text{ml. de muestra}}$$

donde:

DQO = Demanda Química de Oxígeno al dicromato en mg/l

a = ml. de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$ usados en el testigo

b = ml. de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$ usados en la muestra

N = Normalidad de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

meq. del oxígeno = 8

i).- Determinación de Grasas y Aceites.

1.- Muestreo y Almacenamiento de las Muestras.

Hay que tener cuidado que la muestra sea representativa, las muestras de películas de aceite tomadas en la superficie de una corriente o de otro cuerpo de agua, será casi imposible de valorar en comparación al volumen total del agua, el área total de la película y el espesor comprendido.

Es recomendable tomar la muestra en una caída de agua o provocar turbulencia logrando así una muestra más homogénea.

Las muestras deben tomarse en frascos de vidrio de boca ancha con tapón esmerilado, previamente enjuagados con un solvente y secados al aire, no deben llenarse completamente porque pueden haber una pérdida de aceite flotando al taponarlo.

Las muestras deben analizarse inmediatamente después de su colección ya que muchos aceites e hidrocarburos son utilizados por las bacterias. Si esto es imposible se puede inhibir la actividad bacteriana, acidulando con 10 ml. de HCl concentrado o refrigerando a 4° C.

2.- Método de Análisis.

Extracción Soxhlet.

a).- Principio

En la determinación de grasas, no se determina cuantitativamente una sustancia específica, sino --- grupos de sustancias con características físicas similares, principalmente su solubilidad en el solvente usado. El hexano ha sido seleccionado para la determinación de grasa debido a que es un buen solvente para todos los materiales normalmente asociados con el término grasa y tiene un mínimo poder de disolución para otros compuestos orgánicos.

En este método las muestras se acidulan con HCl a un pH aproximado de 1 para liberar los ácidos grasos que se presentan principalmente en forma de jabones de calcio y magnesio, los cuales son insolubles en hexano.

La grasa se separa de la muestra líquida por filtración y se extrae en un aparato Soxhlet. El residuo remanente después de la evaporación del hexano se pesa para determinar el contenido de grasa de la mues--

tra, los compuestos que se volatilizan a 103°C ó antes se pierden cuando se seca el filtro.

b).- Interferencias.

El método es enteramente empirico y se puede obtener resultados reproducibles solo apegandose estrictamente a todos los detalles.

c).- Equipo.

- 1.- Estufa de aire caliente
- 2.- Bomba de vacio
- 3.- Desecadores
- 4.- Aparato de extracción Soxhlet
- 5.- Aparato de destilación
- 6.- Embudos buchner de 12 cm. de diametro
- 7.- Matraces de filtración al vacio.

d).- Reactivos.

- 1.- HCl concentrado
- 2.- Hexano con punto de ebullición de 69°C, ó triclorotrifluoruro con punto de ebullición de 47.5° C.

3.- Suspensión de diatomeas.

4.- Silice, 10 g. por litro de agua.

e).- Procedimiento.

Acidular la muestra a pH aproximado a 2 preparar el filtro que consiste en un disco de muselina cubierto con papel filtro. Humedecer el papel y la muselina y presionar las orillas del papel. Con ayuda del vacío, pasar 100 ml. de suspensión de diatomeas a través del filtro preparado y lavar con 1 litro de agua destilada, suspender el vacío hasta que no pase agua a través del filtro.

Filtrar la muestra previamente acidulada a través del filtro nuevamente aplicado vacío pasar el papel filtro a un vidrio de reloj por medio de unas pinzas agregar el material que se adhirió a las orillas del disco de muselina. Limpiar los lados y el fondo del recipiente colector, el agitador y el embudo buchner con trozos de papel filtro impregnados con hexano, teniendo cuidado de remover todas las películas de grasa y de recolectar todo el material sólido. Juntar estas trazas con el papel filtro que se colocó sobre el vi---

drio de reloj.

Enrollar el papel filtro con las trozos usados en la limpieza y acomodarlos dentro del cartucho de extracción.

Secar el cartucho con el papel filtro en una estufa de aire caliente a 103° C por 30 minutos y añadir al cartucho perlas de vidrio. Pesar el matraz de extracción, previamente secado en la estufa.

Extraer la grasa con el aparato Soxhlet usando o triclorotrifluoruro a una velocidad de 20 ciclos por hora, durante 4 horas. El tiempo se toma desde el primer ciclo.

Destilar el solvente del matraz de extracción calentando a baño maria a 18° C o usando una parrilla eléctrica ajustada para destilación baja.

Secar el matraz colocando en baño de vapor, pasando aire a través de el por medio de una bomba de -

vacio durante 15 minutos. Enfriar en un desecador durante 30 minutos y pesarlo.

f).- Calculos.

$$\text{mg/l de grasa total} = \frac{A - B \times 1000}{\text{ml. de muestra}}$$

donde:

A = Peso del matraz antes de la extracción en mg.

B = Peso del matraz despues de la extracción en mg.

j).- Determinación de Cianuros.

Método Colorimetrico

1.- Tratamiento de la muestra.

Precaución: Por su toxicidad se debe -- tener cuidado en la manipulación de las muestras de cianuro, las operaciones se deben hacer bajo campana o en lugar bien ventilados, evitando la inhalación o la ingestión de la muestra o de sus productos. No se debe -- intentar acidular la muestra mientras no se pueda controlar y recoger adecuadamente el HCN resultante.

2.- Principio.

El procedimiento de separación que se ha seleccionado para el tratamiento preliminar es -- efectivo con aguas relativamente puras, con aguas fluviales, con aguas negras y con varios desechos industriales. Este procedimiento sirve para eliminar las interferencias. Reducirlas al minimo y varia con la naturaleza de las sustancias interferentes que se tengan presentes.

Los sulfuros, los ácidos grasos y los agentes oxidantes se eliminan por procedimientos especiales que se explican por si mismos, mientras que muchas de las - otras sustancias interferentes se eliminan por destilación, la destilación además de eliminar interferencias- da lugar a la conservación de los cianuros a la forma - más simple de cianuro de sodio que se puede cuantificar fácilmente por titulación o por colorimetria. La destilación de la muestra en presencia del H_2SO_4 , convierte- fácilmente los cianuros simples en HCN, cianuros complejos de hierro y algunos otros no se descomponen tan facilmente, pero los de Cadmio, Zinc, Niquel y Plata tam-

bien se convierte en HCN por ebullición en presencia de ácido. La conversión se acelera por la presencia de -- sales de magnesio y mercurio; estas sales son sumamente efectivas en la reducción de ferrocianuros y ferricianuros a los cianuros más simples de magnesio y mercurio - que a su vez, se descomponen por el ácido de HCN necesitando solo un periodo adicional de destilación. No se logra la completa descomposición del cobaltocianuro complejo, aún después de destilar la muestra bajo condiciones similares por más de 24 horas. El gas de HCN y el vapor de agua se desprenden de la muestra en ebullición por el reflujo y por la aplicación de una corriente de aire, el vapor de agua regresa al matraz de destilación y el HCN se hace pasar por una solución caustica donde se convierte al cianuro de sodio simple para la prueba siguiente.

3.- Interferencias.

Las interferencias comunes en los análisis de cianuros incluyen sulfuro, iones de metales pesados, ácidos grasos y otros compuestos orgánicos destilables a vapor, que afectan adversamente la titulación -- con AgNO_3 ; interfieren así mismo tiocianato, cianato, -

glicina, urea y otras sustancias que se pueden hidrolizar para formar cianuros en las condiciones analíticas.

Las sustancias que contribuyen con calor y turbiedad afectan tanto a la titulación como al desarrollo del color.

Finalmente, los agentes oxidantes pueden dar lugar a destrucción del cianuro durante la manipulación, en particular durante la fase de destilación.

El sulfuro se elimina tratando la muestra alcalina, a pH de 11 con pequeñas porciones de carbonato de plomo pulverizado. Para precipitar el sulfuro de plomo negro, se filtra y se lava el precipitado, agregando el agua de lavado al filtrado y usando una porción alícuota para el análisis. Se debe evitar un gran exceso de carbonato de plomo y un periodo prolongado de contacto, para lograr el mínimo de formación de complejos y la oclusión del cianuro por el material precipitado.

Los ácidos grasos forman jabones bajo las condiciones alcalinas de la titulación y hacen difícil o -

imposible la identificación del vire.. Esta interferencia se puede eliminar por extracción con isooctano, hexano o cloroformo a pH 6-7 por lo general es suficiente - una extracción con un volumen de disolvente igual al 20% del volumen de la muestra.

Si la muestra que contiene agentes oxidantes, es positiva con el papel de yoduro de almidón, se valorará con sulfito de sodio (12.6 g. de Na₂SO₃ anhidro por litro de solución) hasta que se obtenga una prueba negativa. Las de más interferencias se eliminan por destilación.

4.- Preservación de la muestra.

Como los cianuros son químicamente activos o inestables el análisis se debe verificar tan pronto como sea posible después del muestreo. Si no se puede analizar inmediatamente la muestra se le agrega NaOH para llevar el pH a 11 o más y se conserva en lugar --- frío.

5.- Aparatos

- a).- Matraz Claissen de destilación, modificado, de 500 ml. con uniones convencionales con brazo lateral de distribución y tubo de remoción con orificio sellado.
- b).- Tubo de admisión de aire consistentes en un tubo de copa, con uniones convencionales de vidrio (de 3 mm de diametro interior) soldada a la unión y que llegue hasta unos 6 mm del fondo del matraz.
- c).- Refrigerante tipo Allihn. Con unión convencional para ajustar el matraz claissen.
- d).- Lavador de gas del tipo de flujo, en espiral, con una capacidad de liquido de 100-250 ml. dotado con un tubo de hule y una pieza opresora.
- e).- Matraz de filtración al vacio de 500 ml.

f).- Trompa de vacío, elementos térmicos para el matraz claisen.

g).- Tubos de conexión.

6.- Reactivos.

a).- Solución de NaOH 1 N: Disolver 4 g. de NaOH en 100 ml. de H_2O

b).- Solución de Cloruro Mercurico: disolver 34 g. de $HgCl_2$ en 500 ml. de H_2O , se debe tener precaución ya que es tóxico y por lo tanto se debe evitar su ingestión.

c).- Solución de cloruro de magnesio: Disolver 51 g. de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ en 100 ml. de H_2O .

7.- Procedimiento.

1.- Se vierte la muestra que no debe contener más de 500 mg. de CN (diluida si es necesario a 250 - 500 ml. con H_2O) al matraz claisen. Se agrega -

exáctamente 50 ml. de solución de NaOH 1 N al lavador-- de gas y se diluye, si es conveniente con H_2O para tener suficiente profundidad de liquido en el aparato de absorción. Se monta cuidadosamente el aparato consistente en el tubo de admisión de aire, matraz, refrigerante, lavador de gas, matraz de filtración al vacío y aspirador. Se ajusta la succión para que aproximadamente entre una burbuja por segundo al matraz de destilación-- a través del tubo de admisión de aire, con esta velocidad de absorción se tiene un arrastre efectivo del gas con HCN del matraz al lavador y se evita por lo general el peso inverso del gas, se puede aumentar la entrada - del aire a dos burbujas por segundo sin pérdida de eficiencia. Si es demasiado rápido el paso del aire al -- lavador de gas no llega a fijar todo el HCN formado.

2.- A través del tubo de admisión se agregan-- 20 ml. de solución de $HgCl_2$ y 10 ml. de solución de --- $mgCl_2$ se lava con H_2O y se permite el paso del aire, du-- rante 3 minutos, para mezclar el contenido del matraz.- Del mismo modo se agrega al matraz H_2SO_4 concentrado - en una proporción de 5 ml. por cada 100 ml. de solución

que se va a destilar y se permite de nuevo la entrada de aire.

3.- Se calienta a una velocidad suficiente -- para lograr una ebullición rápida pero sin que se llegue a inundar la entrada del refrigerante y sin permitir que los vapores pasen de la mitad del mismo. En esta forma se conserva un reflujo por 1 hora, se corta el calor pero se continua el arrastre por aire. Después de 15 minutos de enfriamiento se vacía el contenido del lavador y se agrega el agua de lavado al líquido drenado que finalmente se diluye a 250 ml. en un matraz aforado.

5.- Método Colorimétrico.

a).- Principio.- En el destilado alcalino del procedimiento preliminar de separación, el CN^- se convierte a cloruro de cianógeno, $CNCl$ por reacción con la cloramina T a un pH inferior a 8, sin hidrolizarse a cianato. Después de que se complete la reacción - el $CNCl$, forman un color azul por la adición del reactivo de piridina-pirazolona.

Si el color se mantiene en solución acuosa, - se puede leer la absorbancia a 620 mm. Para obtener -- colores de intensidad comparable, es esencial tener el mismo contenido salino, tanto en la muestra como en los patrones.

6.- Interferencias.

Todas las interferencias se eliminan o - se hacen mínimas usando el destilado por el procedimiento preliminar de separación.

7.- Aparato.

a).- Equipo colorimétrico.

1.1.- Fotómetro de filtro, que permitta un trayecto de luz de 1 cm. y que se encuentre equipado -- con un filtro rojo que tenga - su transmitancia máxima a 620-630 m.

b).- Tubos de reacción o tubos de ensaye- aproximadamente de 25 a 200 mm. dotados de tapones de hule.

9.- Reactivos.

- a).- Solución de NaOH 0.2 N.
- b).- Acido Acetico glacial 1 + 4
- c).- Solución madre de cianuro: Se disuelven 2.5 g. de KCN en 1 litro se titula con AgNO_3 . Concentración aproximada: 1 ml. = 1 mg CN^-
- d).- Solución patron de cianuro: Se diluyen 10 ml. de la solución madre de cianuro en 1000 ml. de agua. 1 ml.= 0.001 mg/l esta solución se debe preparar el dia que se vaya a usar.
- e).- Solución de cloramina -T: Se disuelve 1 g en 100 ml. de agua se prepara el dia que se vaya a usar.
- f).- Solución 1 fenil-3 metil-5 pirazolona. Se prepara una solución acuosa saturada agregando la pirazolona alagua a unos 75°C y agitando ocasionalmente mientras la solución se enfria a la temperatura ambiente.

g).- Piridina.

h).- Bispirazolona: Se disuelven 17.4 g. de 1 fenil 3 metil 5-pirazolona en 100 ml. de alcohol etílico se agregan 25 g. de fenil-hidrazina, recién destilada a vacío parcial y se somete a reflujo.

i).- Reactivo mixto piridina-pirazolona.- Se mezclan 125 ml. de solución acuosa, saturada y filtrada, de pirazolona, con una solución filtrada que contenga 0.025 g. de bispirazolona en la piridina se necesitan varios minutos de agitación.

j).- Alcohol butílico

k).- Solución de ortofosfato disódico, se disuelven 5 g. de Na_2HPO_4 anhidro en 100 ml. de H_2O .

9.- Procedimiento.

1.- En tubos de reacción previamente lavados con todo cuidado junto con sus tapones, con H_2O , se

preparan una o más porciones alicuotas del líquido de absorción obtenido en el procedimiento de destilación, se diluye cada una a 15 ml. con ácido acético 1+4 a pH 6-7.

2.- Se prepara un testigo con 15 ml. de NaOH también se prepara una serie de patrones que contengan 0, 0,2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 mg. de CN^- se neutralizan el testigo y los patrones a pH de 6-7 con ácido acético.

3.- Se agrega a cada tubo de reacción 0.2 ml. de solución de cloramina -T se tapa y se mezcla por inversión 2 ó 3 veces se deja reaccionar 1 - minutos.

4.- Se agrega 5 ml. de reactivo mixto se tapa y se mezcla con inversión se deja que el color se desarrolle por 20 minutos.

10.- Calculos:

Mg/l $\text{CN}^- = \frac{\text{g de CN en la muestra para la curva de calib.} \times 1000}{\text{ml. de muestra original que presenten a la muestra colorida.}}$

k).- Determinación de Arsenico.

La presencia del arsenico en las aguas - naturales se debe a su contacto con el suelo que lo con tengán y a contaminación por desechos en las industrias metalúrgicas y descargas agrícolas. El elemento arseni co es generalmente insoluble en agua pero muchos de sus compuestos son muy solubles tal es el caso del arsenito, arsenato y ácido. La forma predominante depende del -- pH del agua y la presencia o ausencia de oxidante.

k.1.- Interferencias.

Aunque ciertos metales como Cr, Co, Cu, - Hg, Mo, Ni, Pt y Ag interfieren en la generación de arsina las concentraciones de estos metales normalmente - presentes en las muestras de agua no constituyen una in terferencia significativa en el método las sales de anti monio en la muestra forman la estibinita que puede in-- terferir con el desarrollo de color al producir una coloración rojiza máxima absorbancia a 51 mm.

k.2.- Método del Bromuro Mercurico.

Principio. Despues de la concentración -

de la muestra el arsenico se libera en forma de arsina - (AsH_3) por la acción de Zn en solución ácida en un generador Gutseit. La arsina pasa a través de una columna conteniendo en su interior un pedazo de algodón humedecido con la solución de acetato de sodio. La arsina generada produce un color café amarillo en tiras de papel - previamente impregnadas con bromuro mercurico la longitud de la mancha está en razón directa a la concentración de As.

El antimonio interfiere dando una mancha similar, si se encuentra en concentraciones mayores de 0.10 mg.

Preparar un blanco y patrones de 0 a 30 g. de Arsenico a intervalos de 3 g. añadirles 14 ml. de ----- H_2SO_4 y aforarlos a 25 ml. con H_2O para el generador -- quitar las tiras de prueba sacar promedio de la longitud de las manchas en mm. graficar la longitud contra - concentración As usando la curva patrón.

DETERMINACION DE SOLIDOS

El desarrollo de la Tecnologia Analitica de Absorción Atómica, permite en la actualidad, el cuantificar los metales contenidos en muestras tomadas de aire, liquidos o tierras con gran precisión a bajos límites de detección, y por métodos sencillos, y por ende, rápidos y economicos.

Evidentemente, las formas de coleccionar las muestras que habrán de analizarse, varian de acuerdo al problema particular.

Por lo tanto se refiere a los liquidos, basta introducirlos directamente al instrumento, para estar en posibilidad de cuantificar a los elementos disueltos, o bien a través de un ataque simple, introducir en la cuantificación a los valores totales del problema.

En lo referente a los sólidos sobre la tierra, en el caso de contaminantes solubles, basta su disolución acuosa para poder efectuar una cuantificación directa, o bien, en caso contrario, a través del ataque químico.

mico, la solubilización de los no solubles y posteriormente cuantificación instrumental.

DETERMINACION DE Pb, Cu, Zn, Fe, Cd, Cr, Mn, Mg,
Ca, Ag, Co, Na, K, y Ba EN MUESTRAS DE AGUA

Se toma una alicuota de la muestra problema -
de 10 ml.

Se recibe dicha alicuota en un matraz aforado
a 100 ml.

Se agregan 10 ml. de ácido clorhídrico al 50%
y 10 ml. de cloruro de potasio (KCl).

Se afora a 100 ml. con agua

Se lleva al aparato.

Cuando en una o varias determinaciones no registre nada el equipo de absorción Atómica se deberá tomar otra alicuota, la cual deberá ser mayor de la alicuota inicial, que generalmente es de 50 ml.

Cuando se tomen 50 ml. como alicuota el aforo

se deberá hacer a 250 ml. esto se hara sin varias las - cantidades de ácido clorhidrico y cloruro de potasio.

Si nuevamente no se registra ningún valor en el equipo esto indicará que no hay concentración alguna del elemento a determinar.

ANALISIS DE MUESTRAS SOLIDAS

DETERMINACION DE Al, Cu, Cr, Bi, Mg, Mn, Pb, Sb, y Zn.

Método por Absorción Atómica.

- 1.- Se pesan 100 mg. de muestra (de $-100 \pm$ -- 200 mallas).
- 2.- Se reciben en un vaso de precipitados de 250 ml.
- 3.- Se agregan 50 ml. de ácido clorhidrico y se tapa el vaso con un vidrio de reloj.
- 4.- Se lleva el vaso a la plancha hasta sequedad total.

- 5.- Se recupera con 20 ml. de ácido clorhídrico al 20%
- 6.- Se vuelve a llevar a la plancha hasta que la pasta formada se disuelva totalmente - (antes de la ebullición).
- 7.- Se filtra la solución recibiendo la solución filtrada en un matraz aforado de 100 ml.
- 8.- Se lava 5 veces el precipitado contenido en el papel filtro con agua caliente.
- 9.- Se separa el matraz aforado y se le agregan 5 ml. de lantano (preparado de tal manera que 1 gr. = 10 ml.).
- 10.- Se afora el matraz a 100 ml. y se manda al equipo de Absorción para la determinación de los elementos arriba mencionados.

De el papel filtro se determina la Silice de la forma siguiente:

Se lava 5 veces más de tal forma que la silice

presente quede totalmente limpia, se baja el papel filtro del embudo y se calsina en un crisol de porcelana o bien de arcilla. La calcinación se lleva a cabo durante 5 minutos con la puerta de la mufla entre abierta y finalmente 20 minutos con la puerta totalmente cerrada, - transcurrido el tiempo se saca el crisol de la mufla y se deja enfriar, una vez que se ha enfriado se pesa el residuo obtenido.

DETERMINACION DE SOLIDOS

Determinación de Bario y Estroncio.

Por el método de Absorción A^Tómica.

Se pesan 0.5 g. de la muestra problema los -- cuales se reciben en un vaso de precipitados de 250 ml. a continuación se ataca la muestra con 10 ml. de ácido-clorhídrico concentrado y 10 ml. de ácido nítrico con-- centrado, para que el ataque sea más eficiente y rápido se lleva el vaso que contiene la muestra a la plancha y se deja hasta ataque total (sequedad total) cuidando -- que haya proyecciones (agitar continuamente), una vez -

que se ha atacado la muestra se saca de la plancha y se deja enfriar ligeramente, a continuación se recupera -- con 20 ml. de ácido clorhídrico y 30 ml. de agua con el fin de que la reacción no sea tan violenta, una vez recuperado se filtra en un embudo buchner previamente preparado con papel filtro Watman No. 42 recibiendo el filtrado en un vaso de precipitados de 250 ml. y lavando 5 veces con agua caliente. En este momento tenemos tanto precipitado como filtrado: al filtrado obtenido se evapora dejando un volumen de más o menos unos 50 ml.

Al precipitado con el papel filtro (contenido en) se calcina en un crisol de platino a 800°C durante 5 minutos teniendo la puerta de la mufla entre abierta y finalmente 20 minutos con la puerta totalmente cerrada. Una vez que se ha calcinado totalmente la muestra se saca el crisol de la mufla y se deja enfriar, -- ya frío se mezcla perfectamente bien con una mezcla de carbonatos (Na_2CO_3 y K_2CO_3) para poderse fundir posteriormente. Una vez fundida la muestra contenida en el crisol se recupera en un vaso de 400 ml. con 50 ml. de agua y se lleva a la plancha hasta disgregación completa. Una vez que se ha disuelto totalmente la muestra -

se saca el crisol del vaso lavando perfectamente bien - con agua, se filtra la solución recibiendo en el vaso que contiene los 50 ml. iniciales y el precipitado obtenido se lava con 20 ml. de ácido clorhídrico (disolución de los carbonatos) recibiendo la solución resultante en el mismo vaso.

Una vez juntas las dos soluciones (en el vaso inicial) se calienta hasta desprendimiento total de humos blancos, se saca se enfira y se le agrega 1 g. de KCl, de aquí se pasa a un matraz aforado a 100 ml. y se afora quedando listo para la determinación de Bario y Estroncio en el equipo de Absorción Atómica.

Calculos de Absorción Atómica:

1.- Cuando se parte de una solución para el análisis, los cálculos se efectuan como sigue:

Se cuenta con los siguientes datos

- a).- Mililitros de solución tomada para análisis.
- b).- Aforo a que fue llevada esta solución
- c).- Lectura que dá el equipo ó la curva de calibración en p.p.m.

Ejemplos:

Mililitros	Aforo	Lectura
10	100	0.5 p.p.m.

En este caso se reporta la concentración C del elemento en gramos/litro.

$$C = \frac{\text{Gramos}}{\text{Volumen}} \times 1000$$

a).- Se calculan los miligramos:

$$\frac{0.5 \text{ (lectura)}}{10^6} = \frac{X}{100 \text{ (aforo)}}$$

$$X = \frac{100 \times 0.5}{10^6} = 0.00005$$

b).- Sacando la concentración C:

$$C = \frac{0.00005}{10 \text{ muestra}} \times 1000$$

$$\begin{array}{c} \text{.....} \\ \cdot C = 0.005 \text{ g/litro} \cdot \\ \text{.....} \end{array}$$

En el caso de que haya la necesidad de hacer una nueva dilución, esta concentración C se multiplica-

por el factor de dilución.

Calculos en Absorción Atómica

2.- Cuando se parte de una muestra sólida

El cálculo se determina en %:

Los datos con que se cuentan son los siguientes:

- a).- Pesada de la Muestra
- b).- Aforo a que se lleva la muestra después del ataque.
- c).- Lectura que dá el equipo ó que se obtiene de la curva de calibración en p.p.m.

Ejemplo:

Pesada	Aforo	Lectura
0.1 mg.	100 ml.	0.1 p.p.m.

En este caso se reporta la concentración C del elemento en %:

$$C = \frac{\text{Gramos}}{\text{Volumen.}} \times 1000$$

a).- Se calculan los miligramos:

$$\frac{0.1 \text{ (lectura)}}{10^6 \text{ ml.}} = \frac{X}{100 \text{ (aforo)}}$$

$$X = \frac{100 \times 0.1}{10^6} = 0.00001 \text{ mg.}$$

b).- Sacando la concentración:

$$\% = \frac{0.00001}{0.1 \text{ (pesada)}} \times 100$$

$$\begin{array}{c} \dots\dots\dots \\ \cdot \% = 0.01 \cdot \\ \dots\dots\dots \end{array}$$

En la mayoría de los casos con el primer aforo (generalmente es de 100 ml.) la concentración sobrepasa el rango de trabajo por lo cuál se hace una nueva dilución tomando la muestra del matraz aforado de 100 - ml.

Ejemplo: Si la dilución que se hace es de: -
2 - 500, el porcentaje se calcula de la forma siguiente:

Se calculan los miligramos como en (a) y después:

$$\% = \frac{0.00001}{0.1 \text{ (pesada)}} \times 100 \times 250$$

$$\begin{array}{c} \dots\dots\dots \\ . \% = 2.5\% . \\ \dots\dots\dots \end{array}$$

Siendo 250 el factor de dilución:

$$F_D = \frac{500}{2} = 250$$

Si la porción hubiera sido 5 - 250

$$F_D = \frac{250}{5} = 50$$

SOLUCION ESTANDAR EN ABSORCION ATOMICA

Lo que se desea, en una solución estandar es- tener 1 gramo en peso del elemento a analizar, disuel- tos en 1000 ml. de agua destilada.

Para ello se parte de una sal que sea soluble en agua y de pureza conocida.

La solución estandar del elemento correspondien- te, debe estar en su forma más estable.

Ejemplo: Se desea preparar una solución estandar a partir de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ó CuSO_4 ; si se emplea CuSO_4 :

$$\text{P.M. : CuSO}_4 = 159.604$$

$$\text{P.M. : Cu} = 63.54$$

$$159.604 \text{ g CuSO}_4 \text{ ----- } 63.54 \text{ g. Cu}$$

$$X \text{ g CuSO}_4 \text{ ----- } 1 \text{ g. Cu}$$

$$X = \frac{159.604 \times 1}{63.54} = 2.51 \text{ g. de Cobre.}$$

Suponiendo que la pureza del CuSO_4 sea de: 85%

$$2.51 \text{ g Cu} \text{ ----- } 85\%$$

$$X \text{ g Cu} \text{ ----- } 100\%$$

$$X = \frac{2.51 \times 100}{85} = 2.95 \text{ g.}$$

2.95 gramos de Sulfato de Cobre que disueltos en 1000 - ml. de agua da una solución estandar de 1000 p.p.m.

A partir de esta solución se pueden preparar otras soluciones según el rango de trabajo del equipo:-

por ejemplo si el rango de trabajo es de 0 - 20 se pueden preparar soluciones de 5, 15, 20 p.p.m.

Para ello se aforan 5 ml. ó 15 ml. de la solución anterior a 1000 ml. y se tiene una solución de - 5, 10 ó 15 p.p.m.

En esta solución el cobre debe estar en su -- forma más estable, puede tenerse como $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ó como CuCl_2 , por comodidad se trabaja siempre como CuCl_2 agregando ácido clorhídrico concentrado.

Por cada 1000 ml. de solución se agregan 50 - ml. de ácido clorhídrico, por cada 100 ml. se agregan - 5 ml. de ácido clorhídrico.

De la solución estandar se toman por ejemplo: 5 ó 10 ml. se agregan 50 ml. de ácido clorhídrico, se afora a 1000 ml., y se tiene la solución estandar en -- condiciones de ser usada.

Debe cuidarse además que en la solución pro-- blema el cobre este siempre como CuCl_2 para poder hacer

las comparaciones.

DETERMINACION DE SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , MgO y Fe EN SOLIDOS

Se pesa 0.5 gramos de muestra, se pasa a un -
vaso de 250 ml. se agregan 10 ml. de ácido clorhídrico,
llevar casi a sequedad agregar 10 ml. de ácido nítrico
y llevar a sequedad total. Agregue nuevamente 10 ml. -
de ácido clorhídrico, hasta disolver la pasta y agregar
agua hasta menos de 100 ml., hervir y filtrar. Tanto -
el filtrado como el precipitado se utilizan. A este --
filtrado y precipitado, se les nomina como el número 1.

PRECIPITADO NUMERO UNO (1)

Se lava 10 veces con agua caliente, se baja -
del embudo y junto con el papel se pasan a un crisol de
platino, se mete a la mufla durante 5 minutos con la --
puerta entreabierta, despues se cierra, y se calcina --
por 15 minutos más . Se saca de la mufla, se enfria y-
se agrega 1/2 cucharada (3 gramos) de una mezcla de car
bonatos, sodio y potasio, se mezcla perfectamente y se.

cubre con la misma mezcla de carbonatos hasta las $3/4$ - partes del crisol, se mete nuevamente a la mufla durante 20 minutos, transcurrido dicho tiempo se saca y se deja enfriar. Este crisol que contiene el insoluble, se deposita en el vaso que contiene al Filtrado Número Uno - que con anterioridad se ha puesto ha evaporar. Cuando la pasta se haya disuelto se saca el crisol, lavandolo perfectamente con agitador y gendarme, esta nueva solución se deja evaporar a sequedad total.

Cuando se haya llegado a sequedad total, se - deja enfriar el vaso e inmediatamente se agregan 15 ml. de ácido clorhidrico y 15 ml. de agua caliente, se lleva a la plancha y se deja hervir y con el agitador se - pulveriza el insoluble, se saca el agitador lavandolo - con agua caliente y nuevamente se lleva a la plancha -- pero ahora nada más a una temperatura cercana al punto- de ebullición, se saca el vaso y la solución contenida- se filtra en un embudo buchner previamente preparado -- con papel filtro Watman del número 42 y de aqui obtene- mos filtrado y precipitado número dos (2).

PRECIPITADO NUMERO DOS (2)

Se lava ocho veces con agua caliente, despues de estas lavadas se retira el vaso que contiene el filtrado Número dos (2) y se coloca otro vaso para poder seguir lavando hasta completar 12 lavadas. Una vez que se ha lavado el precipitado las doce veces se retira el papel filtro que contiene el precipitado y se deposita en un crisol de porcelana o de arcilla para poderse calinar, la calcinación se hace de igual forma que la anteriormente tratada, se saca el crisol, se deja enfriar y se pesa, el peso obtenido es la cantidad de silice -- presente.

Cálculos:

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{\text{P Precipitado} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{Si} = \frac{\text{P. Precipitado} \times F_g \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$F_g = \frac{\text{Si}}{\text{SiO}_2}$$

FILTRADO NUMERO DOS (2)

Se le agrega 1 ml. de ácido nítrico, se hierve y se neutraliza con hidróxido de amonio a gota, hasta el vire por medio de un papel indicador. Al agregar hidróxido de amonio precipita, hidróxido de Hierro y -- hidróxido de Aluminio, se filtra el precipitado obtenido (en caliente) recibiendo el filtrado en un vaso de 400 ml., al precipitado contenido en el papel filtro -- se lava cinco (5) veces con agua caliente obteniendose, el precipitado y filtrado número tres (3).

PRECIPITADO NUMERO TRES (3)

Al prencipitado obtenido se lava con agua caliente. Después este precipitado se baja del papel a su vaso de precipitados de 400 ml. de la forma siguiente: primero se baja la máxima cantidad posible con agua caliente, en seguida con 10 ml. de ácido clorhídrico y finalmente con agua caliente.

FILTRADO NUMERO TRES (3)

A este filtrado recibido en vaso de 400 ml. -- se le agrega 20 ml. de oxalato de amonio, 3 ml. de hi--

dróxido de amonio (NH_4OH) y se calienta, se filtra (re-
cibiendo el filtrado en otro vaso de precipitados de --
600 ml.), se lava siete (7) veces el precipitado con --
agua caliente. Después de estas lavadas se hace un cam-
bio de vaso, a este filtrado lo denomino número cuatro-
(4). Al hacer el cambio de vaso el precipitado se si-
gue lavando con agua caliente hasta completar doce lava-
das; una vez que se ha lavado perfectamente se pasa el-
precipitado y papel al vaso original donde se tiene pre-
parada una solución de ácido sulfúrico: 200 ml. de agua
y 10 ml. de ácido sulfúrico; se calienta y en caliente-
se titula con Permanganato de Potasio (KMnO_4) para obte-
ner CaO .

Cálculos:

$$\% \text{CaO} = V_{\text{KMnO}_4} \times F_{\text{CaO}} \quad \text{donde:}$$

$$V_{\text{KMnO}_4} = \text{Volumen de Permanganato de Potasio}$$

$$F_{\text{CaO}} = \text{Factor de CaO para pesada de 0.5 g.}$$

FILTRADO NUMERO CUATRO (4)

Se calienta y se agrega unas gotas de ana----

ranjado de metilo, se acidula con ácido clorhídrico, -- dejando 1 ml. en exceso, 30 ml. de hidróxido de amonio (NH_4OH) y se agita fuertemente hasta que precipite el MgO , se deja reposar 24 horas. Se filtra y lava con -- una solución fría al 2% de hidróxido de amonio, en este caso el filtrado no se utiliza.

El precipitado se calcina durante 15 minutos-- en crisol de arcilla o de porcelana, se enfría, pesa pa-- ra obtener MgO .

Cálculos:

$$\% \text{MgO} = \frac{\text{P. Precipitado} \times F \times 100}{\text{Peso de la muestra}} \quad \text{donde}$$

F = Factor para pasar de piromagnesio a óxido de magnesio.

A la solución obtenida (del precipitado número tres), después de haber bajado el precipitado con agua-- caliente y ácido clorhídrico y nuevamente con agua ca-- llente, se le agrega un pedazo de papel indicador y se-- agrega hidróxido de amonio gota a gota hasta el vire -- del papel, después del vire se deja un exceso de NH_4OH -- de 1 a 2 gotas, se deja reposar 1/2 hora, este filtrado

no se utiliza, lavandose el precipitado 10 veces con --
agua caliente.

Al precipitado obtenido y lavado se baja a un vaso de precipitado de la forma siguiente: se baja con agua caliente, inmediatamente con 10 ml. de ácido clorhídrico y finalmente con agua caliente, una vez que se ha bajado totalmente se pone a calentar el vaso hasta - disolver bien la pasta, se le agrega un pedazo de papel indicador y NH_4OH hasta el vire del papel indicador, -- se deja hervir, se filtra, el filtrado se desecha, el - precipitado se lava ocho veces con agua caliente, se ba - ja el vaso de precipitados original de la forma siguien - te: primero con agua caliente se baja la máxima canti - dad posible en seguida con 10 ml. de ácido clorhídrico - y finalmente con agua caliente, se lleva a la plancha - con el fin de evaporar dicha solución hasta un volumen - de 50 ml. se saca y se deja enfriar, se le agrega NaOH - al 50% hasta el vire de color café, una vez que se ha - obtenido el vire se lleva nuevamente a la plancha con - el fin de dejar hervir durante 3 minutos, se saca y se - deja enfriar, se filtra y el filtrado se recibe en un - matraz aforado a 250 ml. y se afora con agua.

El precipitado se utiliza para la determinación de Hierro.

FILTRADO (DETERMINACION DE ALUMINIO)

Del matraz aforado de 250 ml. se toma una alícuota de 50 ml. se pasa a un matraz Erlenmyer de 500 ml. se le agregan unas gotas de fenolftaleina; gota a gota de ácido acético al vire (del rojo al incoloro).

Con una pipeta volúmetrica agregar exactamente 10 ml. de Versenato de Sodio.

Agregar aproximadamente 10 ml. de Solución -- Buffer, hervir durante 5 minutos, enfriar y agregar un volumen igual de alcohol 1 ml. de Ditizona y titular -- con Solución de Sulfato de Zinc 0.05 M para obtener --- Al_2O_3 .

$$\% Al_2O_3 = V_1 - V_2 \times \text{Alicuota} \times \text{Factor} \quad (F)$$

V_1 = Es la equivalencia se obtiene entre el Versenato y el Sulfato de Zinc.

V_2 = Volumen de Sulfato de Zinc gastado en la titulación,

F = Factor del Aluminio.

PRECIPITADO (DETERMINACION DE FIERRO)

Se baja el precipitado del papel filtro con agua caliente y 10 ml. de ácido clorhídrico y nuevamente con agua caliente, se lleva a la plancha con el fin de disolver toda la pasta, se le agrega Plomo granulado, se hierve y desde el momento que se decolora se deja hervir 30 minutos más. Se saca el vaso de la plancha y se trasvasa (se decanta a otro vaso), se lava bien la granalla de plomo que queda en el fondo del vaso con agua caliente. Se deja enfriar (en agua de hielo), una vez que esta totalmente frío se le agrega 15 ml. de mezcla de ácidos, 6 gotas de Difencil Amina y se titula con Dicromato de Potasio $K_2Cr_2O_7$ para obtener Fierro.

Cálculos:

$$\% Fe_2O_3 = V_{K_2Cr_2O_7} \times F_{Fe_2O_3} \times 1$$

ANALISIS DE SOLIDOSDETERMINACION DE SiO₂ y CaO EN FLUORITA

Se pesa 0.25 g. de muestra la cual se recibe en un vaso de precipitados de 250 ml., se ataca con 20-ml. de ácido acético (CH₃-COH) al 10%, se llega a sequedad total hasta eliminación total de olor de acético, se deja enfriar y se recupera con 75 ml. de agua destilada, se lleva nuevamente a la plancha hasta ebullición, se saca y se enfria, ya frio se filtra en un embudo --- Bucher preparado con papel filtro Watman número 42 recibiendo el filtrado en un vaso de precipitados de 400 ml. al precipitado obtenido se lava seis veces con agua caliente, una vez lavado se quita el papel filtro con el precipitado y se pasa a un crisol de platino para calcinarse, dicha calcinación se hace durante 15 minutos, se saca el crisol de la mufla y se deja enfriar inmediatamente despues se pulveriza lo calcinado y se pesa el crisol con muestra (anotando en la libreta el peso obtenido), una vez pesado se procede a determinar la cantidad de Silice presente de la forma siguiente:

Al crisol de platino con muestra se le pone - 40 gotas de ácido fluorhídrico y se lleva a sequedad, - se saca y se vuelven a agregar otras 40 gotas de ácido fluorhídrico y nuevamente se lleva a sequedad, se saca - y por tercera y última vez se le agregan 40 gotas de -- ácido fluorhídrico y se vuelve a llevar a sequedad total, se saca y se deja enfriar ya frío se vuelve a pesar y por diferencia de peso se saca la cantidad de sílice contenida en la muestra (la cual se ha eliminado - como ácido fluorosilícico).

A este contenido en el crisol de platino se - le agregan 3 gramos de Borax y se mezcla, cubriendo -- con un exceso de borax la mezcla (con el fin de evitar - que haya pérdidas) y se mete el crisol a la mufla a fusión durante 30 minutos, se saca y se recupera con 30 - ml. de agua destilada y 30 ml. de ácido clorhídrico, se lleva a la plancha hasta que se disuelva la pasta, el - crisol se saca lavándolo con agitador y gendarme y agua caliente, a continuación a la solución obtenida se le - determina CaO de la forma siguiente;

Se le agregan 20 ml. de ácido oxálico, 20 ml. de oxalato de amonio, un pedazo de papel indicador y --

agregar gota a gota de hidróxido de amonio hasta el vire del papel indicador (de rosa a azul), inmediatamente -- despues se le agrega ácido acético hasta el vire del pa pel (de azul a rosa), y 20 ml. en exceso, se saca el -- agitador lavandolo con agua destilada y se tapa el vaso, se lleva a la plahcha y se deja que repose con un peque ño calentamiento, una vez que se a asentado totalmente-- toda la cal (CaO se filtra a traves de un embudo buchner preparado con papel filtro watman número 42, recibiendo el filtrado en un vaso de precipitados de 400 ml., al -- precipitado se lava 12 veces con agua caliente, una vez que se ha lavado se baja el papel con el precipitado al vaso original donde se ha preparado una solución de sulf urico (200 ml. de agua destilada y 10 ml. de ácido sulf urico) se lleva a la plancha el vaso con el papel filt ro a calentamiento inferior al punto de ebullición (del agua), se saca y se titula con Permanganato de Potasio- (KMnO₄) 0.1 N.

Cálculos:

$$\% \text{SiO}_2 = (\text{peso Inicial} - \text{Peso Final}) \times 100$$

$$\% \text{CaO} = V_{\text{KMnO}_4} \times F_{\text{CaO}} \quad \text{donde:}$$

$$F_{\text{CaO}} = \text{Factor del CaO para pesadas de 0.5 g.}$$

DETERMINACION DE AZUFRE

Se pesa 0.25 g. de muestra finamente pulverizada, se pasa a un vaso de precipitados de 250 ml., se le añaden 10 ml. de ácido nítrico, el vaso se tapa con un vidrio de reloj y se digiere la muestra hasta desprendimiento de humos nitrosos, se saca y se le añaden 100 mg. de clorato de potasio ($KClO_3$) para oxidar totalmente todo el azufre y nuevamente se lleva a la plancha a sequedad total, se saca y se le agregan 10 ml. de ácido clorhídrico y se lleva nuevamente a sequedad, se saca y se le agregan otros 10 ml. de ácido clorhídrico y nuevamente se lleva a sequedad total, se saca y se recupera con 10 ml. de ácido clorhídrico (se deja que se ataque nuevamente un poco) y 70 ml. de agua, se lleva a la plancha a ebullición, se saca y se le agrega un pedazo de papel indicador y se le agrega hidróxido de amonio gota a gota hasta el vire del papel indicaro (rosa a azul) para precipitar el fierro y aluminio. Se filtra y el precipitado se lava seis veces con agua caliente. A la solución filtrada se le añaden tres gotas de anaranjado de metilo, se agita y se acidula con ácido clorhídrico gota a gota hasta cambio de coloración y 5-

ml. en exceso, a continuación se le agregan 20 ml. de -
 cloruro de Bario (BaCl_2) al 10% y se agita perfectamente
 y se calienta lentamente de tal forma que se deje repo-
 sar sobre asbesto, una vez que se ha asentado totalmen-
 te todo el sulfato se filtra la solución en un embudo -
 buchner preparado con papel filtro watman número 42 al-
 precipitado obtenido se lava 12 veces con agua caliente
 ya lavado se coloca el filtro con el residuo en un cri-
 sol de porcelana o de arcilla y se calcina durante 15 -
 minutos a una temperatura de $600^\circ\text{C}.$, se saca el crisol,
 se enfría y se pesa.

Cálculos:

$$\% \text{SO}_4\text{Ba} = \text{Peso precipitado} \times F_{\text{BaSO}_4}$$

DETERMINACION DE CARBONATO DE CALCIO (CaCO_3)

Se pesan 0.5 g. de muestra finamente pulveri-
 zada; se pasa a un vaso de precipitados de 250 ml., se-
 le añaden 20 ml. de ácido acético al 10% en volumen. -
 El vaso se tapa con un vidrio de reloj y se digiere la-
 muestra a una temperatura cercana a la de ebullición --
 hasta ataque total, se destapa el vaso; el contenido se

evapora a sequedad después se coloca el vaso sobre la plancha hasta que el olor de ácido acético desaparezca por completo. Se añaden 100 ml. de agua destilada (para recuperar), se hierve la muestra durante 10 minutos, el residuo insoluble se filtra en un filtro whatman número 42 lavando 4 veces con agua caliente.

El filtrado se recibe en un vaso de 400 ml. y se le agrega 20 ml. de oxalato de amonio al 8%, 3 ml. de hidróxido de amonio y se calienta, dejando reposar (para que se asiente todo el precipitado formado), se filtra y se lava 10 veces con agua caliente, se baja el papel con el precipitado al vaso original donde se tiene preparada una solución de ácido sulfurico; 200 ml. de agua destilada y 10 ml. de ácido sulfurico; se calienta y se titula con solución de Permanganato de Potasio 0.1 N.

Cálculos:

$$\text{CaCO}_3\% = \frac{V_{\text{KMnO}_4}}{V_{\text{CaCO}_3}} \times F_{\text{CaCO}_3} \quad \text{donde:}$$

$$V_{\text{KMnO}_4} = \text{Volumen de Permanganato de Potasio}$$

$$F_{\text{CaCO}_3} = \text{Factor del Carbonato de Calcio}$$

DETERMINACION DE BORO (COMO TRIOXIDO DE BORO)

Se pesan 2.0 g. de muestra, se tratan en frio con 5 ml. de ácido clorhidrico concentrado y 50 ml. de agua destilada: se agita con un agitador magnético durante 30 minutos.

Se filtra la solución recibiendo el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se neutraliza con Sosa (NaOH) al 50% al principio y cuando se va aproximando al punto neutro, se cambia la solución por Sosa 0.5 N. y se sigue neutralizando hasta reacción débilmente alcalina para precipitar el Fierro y el Aluminio, usando anaranjado de metilo como indicador.

Se filtra el precipitado, recibiendo el filtrado en otro matraz erlenmeyer de 500 ml. y se lava el precipitado 8 veces con agua destilada caliente para que pase en solución todo el Acido Bórico. Se acidula débilmente el filtrado, con ácido clorhidrico 0.5 N. usando anaranjado de metilo como indicador, se hierve a reflujo durante 10 minutos, para eliminar el CO₂.

Se enfria, se lava el refrigerante con agua -
destilada y se neutraliza exactamente con Sosa 0.5 N. -
a continuación se añaden 50 ml. de glicerina neutra, 2-
gotas de fenoltaleina y se titula con solución 0.5 N. -
de Sosa hasta que aparezca el color rojo.

Si desaparece el color rojo al añadir 10 ml.-
de glicerina se añade más Sosa al 0.5 N. hasta colora-
ción roja permanente.

Cálculos:

$$\% B_2O_3 = \text{ml. NaOH } 0.5 \text{ N.} \times 0.01741 \times 50$$

DETERMINACION DE ARSENICO POR DESTILACION

Se pesan 0.5 g. de muestra finamente pulveri-
zada, se pasa a un matraz erlenmeyer de 300 ml., agre-
gar 4 g. de sulfato de sodio (Na_2SO_4) anhidro, 10 ml. -
de ácido sulfurico y la octava parte de un papel filtro
de 9 cm. de diametro, se calienta y se evapora hasta --
desprendimiento de humos blancos; se quita el matraz de
la parrilla y se agita ligeramente con un movimiento de
rotación y se coloca inclinado sobre un cuadro de asbes
to hasta enfriamiento completo quedando asi formada una

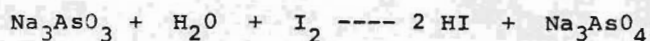
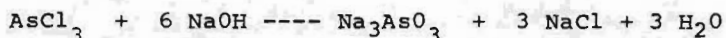
pasa. Una vez que se ha enfriado totalmente se le agrega 1 ml. de ácido Fosforico (H_3PO_4) y se vuelve a llevar a la parrilla a que se caliente durante 5 minutos; se saca y se deja enfriar, dejando nuevamente inclinado el matraz.

En seguida se le añade a la pasta formada, un pedacero de vidrio que ayudara a que el calentamiento y ebullición sea tranquilo. Se tapa el matraz con un tapón de hule trihoradado, introduciendo en una perforación un termómetro graduado de 0 - 200°C en otra un embudo de separación y en la otra un tubo de vidrio conectado a un refrigerante. Al agregar 50 ml. de ácido clorhidrico y 25 ml. de agua, introducidos por el embudo de separación se forma el $AsCl_3$, que se destila al calentar el matraz a calor suave. El destilado se recibe en un matraz erlenmeyer de 500 ml. que contiene 50 ml. de una solución de amoniaco al 20%, una vez que se ha destilado, se retira el matraz que contiene el destilado y se mete en agua de hielo para en seguida neutralizarse con Sosa (NaOH) y usando fenolftaleina como indicador; una vez que se ha neutralizado, se acidula con unas cuantas gotas de ácido clorhidrico y nuevamente se

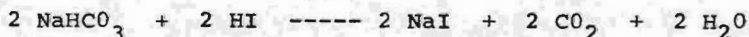
neutraliza con Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) dejando -- un exceso de 2 a 3 gramos.

Enfriar y titular con solución valorada de yo do, usando como indicador interno, solución de almidón.

Las reacciones correspondientes son las si--- guientes:



El Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) neutraliza - el HI libre a medida que se forma, conforme a la siguien te reacción:



NOTA: En el momento de atacar la muestra se debe de eliminar todo lo posible el ácido sulfurico (H_2SO_4), ya que de lo contrario, al destilar se elevaría el punto - de ebullición del líquido, destilandose también Tricloruro de Antimonio cuando la temperatura llega a 220°C .

El Tricloruro de Arsenico se destila a 130° C

Cálculos:

$$\% \text{As}_2\text{O}_3 \hat{=} V_I \times F_{\text{As}_2\text{O}_3} \quad \text{donde:}$$

V_I = Volumen de Yodo gastado al titular

$F_{\text{As}_2\text{O}_3}$ = Factor del Trioxido de Arsenico

DETERMINACION DE FLUORURO DE CALCIO

METODO DE WILLAR WINTER

Se pesan 0.5 g. de muestra finamente pulverizada, se pasan al frasco de destilación Claissen, el cual se le han puesto 10 perlas de vidrio, se le agregan 30 ml. de agua destilada y 25 ml. de ácido perclórico. Se cierra el frasco con un tapón de hule bihoradado, introduciéndose en una perforación un termómetro y por el otro entra un tubo de vidrio de 4 mm. de diámetro; - tanto el termómetro como el tubo de vidrio deben penetrar en la solución.

El tubo de vidrio debe conectar el destilador al frasco Florence el cual contiene agua en ebullición para generar vapor. El frasco florece, esta equipado -

con dos descargas para liverar vapor al exterior y para llevar al destilador.

Se conecta el frasco de destilación al refrigerante y se empieza la destilación hasta que la solución alcanza 135° C. Mientras ésto se hace, se calienta a ebullición el agua contenida en el matraz Florence abriendo la llave que va al exterior.

Cuando el termómetro marca los 135°C se separa la pinza Mohr para que entre vapor de agua al destilador y se cierra la llave y se regula el flujo de modo que el volumen de la solución en el destilador se mantenga constante. El calor aplicado al destilador debe graduarse para mantener constante la temperatura de --- 135°C. Se continua destilando hasta que se reúnan 300-ml. en el matraz Erlenmeyer de 500 ml.

Al destilado se le agregan 5 gotas de indicador (alizarina roja) y se le añade gota a gota por medio de una bureta hidróxido de sodio al 2% hasta que - aparezca justamente el color rosado.

Se le añade 1 ml. de solución buffer y se titula con solución 0.1 N. de nitrato de torio hasta que vuelva a aparecer el color rosado.

Cálculos:

1 ml. de solución 0.1N. de nitrato de torio es equivalente a 0.0019 gramos de fluor. Para obtener el porcentaje de CaF_2 se multiplica el porcentaje de fluor por 2.0547

$$\% \text{CaF}_2 = V \times F$$

V = Volumen del $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

F = Factor del CaF_2 para pesadas 0.50

DETERMINACION DE P x C (PERDIDAS POR CALCINACION)

Se pesan 0.5 g. de muestra finamente pulverizada, se pasan a un crisol de platino o bien de porcelana y se calcina por un tiempo de una hora (1 hora) a una temperatura de 900°C , una vez transcurrido dicho tiempo se saca el crisol y se deja enfriar hasta temperatura ambiente, una vez que se ha enfriado se pesa nuevamente y la diferencia nos da las pérdidas por calcinación.

Cálculos:

$$\% P \times C = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

DETERMINACION DE SODIO Y POTASIO

Se pesan 100 miligramos de muestra finamente-pulverizada y se ponen en un crisol de platino, se atacan con 1 ml. de ácido sulfurico concentrado y 2 ml. de ácido Fluorhidrico (40 gotas aproximadamente).

Se coloca en la parrilla sobre asbesto a temperatura baja a que la silice sea atacada totalmente - por el ácido fluorhidrico y eliminada en forma de ácido fluosilícico por evaporación y el sodio y potasio sean-transformados a sulfatos, lo que requiere de tres a cuatro horas aproximadamente. Despues se lleva a sequedad total eliminando todo el ácido sulfurico, se enfria el -- crisol y se disuelven los sulfatos de sodio y potasio - en agua destilada, lavando bien el crisol con un gendarme y recibiendo en un vaso de precipitado de 250 ml. el agua del lavado.

Se calienta a ebullición y luego se enfria, -

filtrando a través de filtro fino (Whatman número 42), -
 recibiendo el filtrado en un matraz aforado a 500 ml.-
 se lava bien el vaso y se afora la solución a 500 ml.

Se lleva al Flamómetro en donde se compara --
 con una solución standar de 5 p.p.m. de Sodio para el -
 sodio y de 10 p.p.m. de Potasio para el potasio.

Cálculos:

$$\text{Mg/l Na}_2\text{O} = T \times \text{FNa}_2\text{O} \times 0.001$$

$$\text{Mg/l K}_2\text{O} = T \times \text{FK}_2\text{O} \times 0.001$$

T = Transmitancia

FNa_2O = Factor para sodio ($\text{FNa}_2\text{O} = 0.05$)

FK_2O = Factor para potasio ($\text{FK}_2\text{O} = 0.10$)

S I L I C E

La Silice es después del oxígeno el más abundante y constituyente común en las rocas ígneas, cuarzo y arena.

Muchas aguas naturales contienen menos de 10-mg/l de silicio, en algunas cosas 60 mg/l.

El silicio está presente en aguas naturales en forma soluble y en coloides. Las aguas volcánicas contienen en abundancia la silice.

Existen 3 métodos aplicables a las aguas naturales, cada uno sujeto a ciertas limitaciones, estos métodos son:

A).- Método Colorimétrico con formación de color amarillo debido al Molibdisilicato.

B).- Método Colorimétrico con formación de azul heteropolar.

C).- Un opcional tratamiento alcalino que puede ser usado en los Métodos B y C.

SELECCION DE METODOS

El Método A, puede ser usado estandarizando una solución de silicato de sodio, la cual es usada como estándar para los Métodos B y C. Este Método es el más usado para muestras de agua, las cuales contienen menos de 20 mg/l de silicio, pero este método no es recomendado para determinaciones de más baja concentración.

El Método B es recomendado para aguas relativamente puras conteniendo de 0.4 a 25 mg/l de silicio, como en el Método A, el rango puede ser extendido si es necesario aunque las interferencias por color y turbididades son más severas con este método que con el Método C.

El Método C es recomendado para rangos bajos del orden de 0.04 a 2 mg/l de silice, este rango también puede ser aplicado si es necesario.

METODO DEL MOLIBDISILICATO

1.- DISCUSION GENERAL.

A).- Principio.- El Molibdato de amonio aproximadamente a un pH de 1.2, reacciona con la silice, y también con cualquier fosfato presente, produciendo ácidos heteropolares. El ácido oxalico es adicionado para destruir el ácido molibdofosfórico, pero no el ácido molibdosilicico.

La intensidad del color amarillo es proporcio

nal a la concentración del reactivo molibdato.

B).- Interferencias.- Tanto los aparatos como los reactivos pueden contribuir con la sílice, hay que tener cuidado con el material de vidrio tanto como sea posible y usar reactivos con la más baja cantidad de sílice, también debe correrse un blanco en la determinación, en este método, ácido tánico, grandes cantidades de hierro, color turbidos, sulfuros y fosfatos interfieren grandemente en la determinación.

El tratamiento con ácido oxálico elimina la interferencia de fosfatos y decrece la interferencia del ácido tánico, si es necesario la compensación fotométrica puede ser usada para eliminar la interferencia de color y turbidos en la muestra.

C).- Concentración mínima detectable.- Aproximadamente 1 mg/l SiO_2 puede ser detectada en tubos Nessler de 50 ml.

2.- APARATOS.

A).- Crisol de platino de 100 ml.

B).- Equipo colorimétrico cualquiera de los siguientes puede ser usado:

- 1.- Espectrofotómetro para usarse a 410 m. con un recorrido de luz de 1 cm. de longitud.
- 2.- Fotómetro de Filtro, que contenga un recorrido de luz de 1 cm. de longitud y equipado con un filtro violeta teniendo una transmitancia máxima cercana a 410 m.
- 3.- Tubos Nessler de 50 ml.

3.- REACTIVOS:

Para mejores resultados se debe usar reactivos bajos en sílice, todos los reactivos deben guardarse en botellas de plástico.

A).- NaHCO_3

B).- H_2SO_4 IN

C).- HCl 1+1

D).- Molibdato de Amonio: Disolver 10 gr. ---

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, agi

tando y diluir a 100 ml., filtrar si es necesario.

Ajustar a pH 7-8 con NH_4OH ó NaOH libre de silice y guardarse en botellas de polietileno para estabilizar el reactivo. (Si el pH no es ajustado gradualmente se precipitara. Si la solución es guardada en frasco de vidrio, la silice puede causar un color lechoso).

E).- Solución de Acido Oxálico: Disolver 10 gr. de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en H_2O destilada y diluir a 100 ml.

F).- Solución stock de Silice: Disolver 4.73-gr. de Metasilicato de Sodio nonohidratado $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ en agua fría y diluir a aproximadamente 800 ml., y ajustar la solución hasta contener 1,000 mg/l de SiO_2

G).- Solución estándar de Silice: Diluir 10-ml. de la solución stock a 1000 ml. en H_2O destilada; esta solución contiene 10 mg/l SiO_2 ó 1 ml. = 10 g SiO_2

H).- Producción de color:

- 1.- Solución de Cromato de Potasio: Disolver 630 mg. K_2CrO_4 en H_2O y diluir a un litro.
- 2.- Solución de Borax: $Na_2BO_4O_7 \cdot 10H_2O$, - Disolver 10 gr. de Tetraborato de sodio decahidratado en H_2O y diluir a un litro.

4.- PROCEDIMIENTO:

Convertir cualquier no-reactivo molibdato a la forma de reactivo, por digestión de la muestra con $NaHCO_3$.

Omitir la digestión si toda la sílice en la muestra es conocida y reacciona con el molibdato.

A).- Digestión con $NaHCO_3$: Prepare una ----- muestra limpia por filtración si es necesario. Tome -- una porción de 50 ml., o una pequeña alícuota diluida a 50 ml., en una tasa de platino. Adicione 200 mg. de -

NaHCO_3 libre de SiO_2 y dejese digerir en baño maría por 1 hr. enfíe y adicione cuidadosamente 2.4 ml. de H_2SO_4 . No interrumpa el análisis en este punto, proceda en seguida con el sobrante, transfiriendo la solución cuantitativamente a los tubos Nessler y afore a la marca con H_2O destilada.

B).- Desarrollo del color: Si al preparar la muestra el color no aparece adicione sucesivamente 1 ml. de HCl 1+1, y 2 ml. de molibdato de amonio, agite la solución y permita que la solución repose 5 a 10 minutos. Adiciones 1.5 ml. de la solución de ácido oxálico y mezcle vigorosamente. Lea el color después de 2 minutos pero no antes de 15 minutos, midiendo el tiempo de la aleación del ácido oxálico. En este tiempo es cuando el color amarillo obedece a la Ley de Beer, en la medición fotométrica o visual.

C).- Preparación de estandares: Si la solución de bicarbonato de sodio previamente es usada para las muestras, adicione a los estandares 200 mg. de NaHCO_3 y 2.4 ml. de H_2SO_4 , para compensar en ambas la cantidad de silicio, la cual puede ser introducida por-

los reactivos, y por el efecto de las sales sobre la intensidad de el color.

D).- Medición Fotométrica: Prepare una curva de calibración de una serie de 6 estandares, calibre el colorímetro a 100% transmisión o cero absorbancia con agua destilada y lea todos los estandares, incluyendo - el blanco.

5.- CALCULOS:

$$\text{mg/l SiO}_2 = \frac{\text{g SiO}_2}{\text{ml. muestra}}$$

ANALISIS FISICOS OBTENIDOS EN MUESTRAS LIQUIDAS

Toma de Muestra	Planta de Beneficio	pH	Temperatura °C	Conductancia Especifica mhos/cm.	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Volátiles mg/l	Sólidos Fijos totales mg/l	Sólidos Sedimentables mg/l	Grasas y aceites mg/l	DQO mg/l
Descarga de la -- Planta	Río Colorado Río Verde, S.L. Potosí.	8.12	28	1012.658	50.646	1.618	49.028	40	95.80	163.20
Descarga de la -- Presa	Río Colorado Río Verde, S. L.P.	8.45	20	1019.757	13.836	1.120	12.716	1.5	38.2	91.63
Descarga de la -- Planta	San Francisco Zimapan, Hgo.	8.00	20	784.313	219.18	5.184	213.996	Mayor 40	58.4	135.45
Descarga de la -- Presa	San Francisco Zimapan, Hgo.	8.25	19	711.111	1.844	0.184	1.660	2.3	33.0	167.32
Descarga de la -- Planta	Las Torres Guanajuato, Gto.	8.40	21	509.554	364.53	3.164	361.366	40	20	111.55
Descarga de la -- Presa	Las Torres Guanajuato, Gto.	8.70	19	496.899	83.954	2.624	81.30	1.2	18	27.88
Métodos usados en las Determinaciones	Electro Métrico	Termómetro de -- Mercurio.	Conductímetro Puente de Wheatstone.	DETERMINACION DE RESIDUOS EN AGUA				Extracción Soxhlet Alicuota 500 ml.	Método del Dicromato.	

ANALISIS QUIMICOS OBTENIDOS EN MUESTRAS LIQUIDAS

Toma de Muestra	Planta de Beneficio	Fluoruros p.p.m.	Cloruros %	Silicio mg/l	Dureza en mg/l		Sodio mg/l	Aluminio mg/l	Plata mg/l
					Calcio	Magnesio			
Descarga de la -- Planta	Río Colorado Río Verde, S. L. P.	1.5	0.00521	90	0.012	0.0014	0.43	0.00	0.021
Descarga de la -- Presa	Río Colorado Río Verde, S. L.P.	1.2	0.00431	65	0.011	0.001	0.43	0.00	0.021
Descarga de la -- Planta	San Francisco Zimapan, Hgo.	1.1	0.00726	280	0.135	0.0085	0.21	0.00	0.00
Descarga de la -- Presa	San Francisco Zimapan, Hgo.	0.95	0.0068	290	0.085	0.0026	0.19	0.00	0.00
Descarga de la -- Planta	Las Torres Guanajuato Gto.	1.5	0.00658	750	0.013	0.0014	0.20	0.00	0.003
Descarga de la -- Presa	Las Torres Guanajuato Gto.	1.0	0.0050	760	0.011	0.0011	0.20	0.00	0.003
Métodos usados en las Determinaciones		Electrométrico T= 22°C	Método de Volhard Alicuota 25 ml.	Método de molibdisilicato	ABSORCION ATOMICA				

ANALISIS QUIMICOS DE ELEMENTOS TOXICOS OBTENIDOS EN MUESTRAS LIQUIDAS

Toma de Muestra	Planta de Beneficio	Arsenico mg/l	Mercurio mg/l	Plomo mg/l	Cromo mg/l	Cobre mg/l	Cadmio mg/l	Boro mg/l	Molibdeno mg/l	Cianuro mg/l	Fierro mg/l
Descarga de la Planta	Río Colorado Río Verde, S. L.P.	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.00	0.0088
Descarga de la Presa	Río Colorado Río Verde, S. L.P.	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.00	0.0088
Descarga de la Planta	San Francisco Zimapan, Hgo.	0.00	0.00	0.0008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Indicios	0.0010
Descarga de la Presa	San Francisco, Zimapan, Hgo.	0.00	0.00	0.0008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Indicios	0.0004
Descarga de la Planta	Las Torres Guanajuato Gto.	0.06	0.00	0.0012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0012
Descarga de la Presa	Las Torres Guanajuato Gto.	0.00	0.00	0.0012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0012
Método de Determinación	Gutzeit	A B S O R C I O N A T O M I C A .									

ANALISIS CUALITATIVO ESPECTROGRAFICO

Toma de Muestra	Planta de Beneficio.	Abundantes mayor 10.0%	Menores entre 1.0 y 10.0%	Escasos entre 0.1 y 1.0 %	Mínimos 0.01 y 0.1%	Huellas menos 0.01%
Superficie	Rfo Colorado Rfo Verde, S.L.P	Calcio, Silicio $CO_3 =$		Aluminio, Fierro Sulfuros	Magnesio, - Titanio, sodio.	Sr, Cr, Zr, V, Cu, Mn, Be.
Niveles	Rfo Colorado Rfo Verde, S.L.P.	Calcio, Silicio $CO_3 =$		Aluminio, Fierro Sulfuros	Mg, Ti, Na.	Sr, Cr, Zr, V, Cu, Mn, Ba.
Superficie	San Francisco Zimapan, Hgo.	Silicio, Fierro, Sulfuros	Al, Ca, K, Zn, $CO_3 =$	Mg, As, Pb, Na, Ba Ti, Cu.	Mn, Sn, Sb, Bi, B	Sr, V, Mo, Cr, Co, Ag.
Niveles	San Francisco Zimapan, Hgo.	Silicio, Fierro, Sulfuros	Al, Ca, K, Zn, $CO_3 =$	Mg, As, Pb, Na, Ba, Ti, Cu.	Mn, Sn, Sb, Bi, B	Sr, V, Mo, Cr, Co, Ag.
Bordo + Puntos arbitrarios	San Francisco Zimapan, Hgo.	Silicio, Fierro, Sulfuros	Al, Ca, K, Zn, $CO_3 =$	Mg, As, Pb, Na, Ba, Ti, Cu.	Mn, Sn, Sb, Bi, B	Sr, V, Mo, Cr, Co, Ag.
Superficie	Las Torres Guanajuato, Gto.	Silicio	Ca, Al, K, Na, $CO_3 =$	Fierro, Magnesio Sulfuros	Ba, Mn, B, Ti,	Sr, Cr, Ag, Cu, Be.
Niveles	Las Torres Guanajuato, Gto.	Silicio	Ca, Al, K, Na, $CO_3 =$	Fierro, Magnesio Sulfuros	Ba, Mn, B, Ti.	Sr, Cr, Ag, Cu Be.

ANALISIS QUIMICOS OBTENIDOS EN MUESTRAS SOLIDAS

Toma de Muestra	Planta de Beneficio.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaCO ₃ %	CaF ₂ %	S %	As %	B %
Superficie y Niveles	Rfo Colorado Rfo Verde, S.L. P.	23.29	1.34	51.06	1.21	1.80	3.40	67.98	0.03	0.00	0.00
Superficie	San Francisco Zimapan, Hgo.	40.53	8.21	10.26	16.88	0.35	9.90	0.00	8.50	1.65	0.13
Niveles	San Francisco Zimapan, Hgo.	33.79	6.92	7.60	16.08	0.82	5.52	0.00	13.56	1.65	0.053
Bordo y Puntos arbitrarios.	San Francisco Zimapan, Hgo.	42.06	8.46	10.46	14.58	0.88	10.46	0.00	7.21	1.51	0.053
Superficie	Las Torres Guanajuato, Gto.	72.28	7.43	5.90	1.14	1.30	10.00	0.00	0.07	0.00	0.08
Niveles	Las Torres Guanajuato, Gto.	72.88	7.43	5.90	1.14	1.33	10.02	0.00	0.07	0.00	0.08
Métodos usados en las determinaciones.	ANALISIS DE MINERALES							Willard Winter	ANALISIS DE MINERAL.		

CONTINUACION

Na ₂ O %	K ₂ O %	P x C %	Sb %	Cu %	Mn %	Cr %	Pb %	Ba %	Sr %	Zn %	Bi %
0.47	0.36	3.9	0.00	0.02	0.5	0.1	0.23	0.02	0.032	0.00	0.00
0.40	5.30	4.6	0.003	0.02	0.52	0.1	0.80	0.00	0.00	1.3	0.001
0.30	5.30	8.1	0.03	0.26	0.94	0.1	0.96	0.03	0.00	3.0	0.002
0.37	5.30	4.6	0.00	0.15	0.80	0.1	0.81	0.00	0.00	2.6	0.000
0.87	3.01	5.7	0.00	0.02	0.70	0.1	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
0.84	3.01	5.7	0.00	0.04	0.60	0.05	0.80	0.02	0.00	0.00	0.00
ANALISIS DE MINERALES		PERDIDAS POR CALCINA- CION.	A B S O R C I O N A T O M I C A								

4.3.2.- Principales Técnicas de Análisis.

Es necesario precisar que este punto tiene como meta principal el mencionar y describir cada una de las Técnicas Análíticas aplicada a la determinación cualitativa y cuantitativa de los componentes de una muestra líquida o sólida.

Tomando en cuenta de que estas son muy númerosas, es imposible describir de una en una para lo cual sería necesario disponer de mucha mayor amplitud en el tiempo para lograr dicho estudio, por lo cual únicamente se mencionaran.:

En cuanto al estudio mismo de las Técnicas -- Aplicadas, debe alejarse la idea de que se trata de una serie de operaciones mecánicas y la de que basta con seguir las instrucciones para obtener buenos resultados.-- Sin la aplicación inteligente de las Leyes o Principios fundamentales de la Química, simultáneamente con las - operaciones mecánicas de la Técnica, el trabajo análiti co puede conducir al empirismo, por no haber la indis-- pensable unión entre la práctica y la teoría.

Las principales Técnicas de Análisis aplicables para la determinación cualitativa y cuantitativa de los elementos de una sustancia son los siguientes:

- 1.- FOTOMETRIA DE LLAMA
- 2.- FLUOROMETRIA
- 3.- REFRACTOMETRIA
- 4.- AMPEROMETRIA
- 5.- CONDUCTOMETRIA
- 6.- CULOMBIMETRIA
- 7.- ELECTROGRAVIMETRIA
- 8.- POLAROGRAFIA
- 9.- ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION
- 10.- ESPECTROSCOPIA DE EMISION
- 11.- FOTOMETRIA DE ABSORCION

FOTOMETRIA DE LLAMA

La fotometria de llama es una técnica cuantitativa muy atractiva para los metales de los grupos IA y IIA, debido a su sensibilidad y precisión. Los límites supremos de detección bajo condiciones ópticas, varían de 0.0002 p.p.m. para el sodio a 0.3 p.p.m. para el bario.

En un fotometro de llama, las muestras se disuelven primeramente y despues se introducen en un quemador, en la forma de rocío fino. Las gotas se forman mediante un dispositivo atomizador, utilizando aire regulado o una corriente de oxígeno y las pequeñas gotas son arrastradas por el gas hacia la región de combustión

A fin de lograr una excitación tan constante como sea posible se requiere:

- 1.- Que la presión de los gases que entren -- sea constante.
- 2.- Que el atomizador deba liberar la solución a una velocidad constante.
- 3.- Que el quemador produzca una llama firme y estable.

FLUOROMETRIA

Muchos tipos de especies químicas tienen la propiedad de fluorecer, es decir, absorben radiaciones de longitudes de onda corta y luego emiten radiaciones-

de longitudes de onda más largas. Bajo ciertas condiciones éstas presentan una intensidad de fluorescencia - que puede relacionarse fácilmente con la concentración.

Las bases para el fenómeno de la fluorescencia son, primeramente la excitación de las especies a un nivel electrónico superior mediante radiación EM; se gundo, pérdida de parte de la energía suplementaria por medio de colisiones, y tercero, radiación después de un periodo muy corto, de menos energía de la que fue absor bida.

Entre los tipos de sustancias que fluorescen, están las sales cristalinas, los complejos de tintes y metales y los compuestos orgánicos aromáticos y no sat urados.

REFRACTOMETRIA

El índice de refracción debe agruparse con el punto de fusión y el de ebullición, como una de las cons tantes físicas clásicas de interés en los análisis quí micos. Aunque la refracción es una propiedad no especi

fica, pocas sustancias tienen índices de refracción -- idénticos en una temperatura y longitud de onda dadas.

Con frecuencia, la composición de mezclas líquidas o gaseosas, sencillas y homogéneas, pueden determinarse por las mediciones del índice de refracción, -- después de que haya preparado una curva de calibración. Algunos de los requisitos para obtener un análisis seguro de una mezcla son:

- 1).- Una precisión instrumental que sea apropiada en comparación con la variación del índice de refracción que va a medirse.

- 2).- Una composición constante excepto para los constituyentes de interés.

- 3).- Una curva de composición del índice de refracción casi lineal para los constituyentes de interés.

CULOMBIMETRIA

Muchos análisis muy efectivos están basados - en el uso de la Ley de Faraday de la electrolisis, que relaciona la cantidad de electricidad utilizada para -- forzar una reacción de un electrodo con la cantidad de sustancia reaccionada. Para propósitos analíticos la sustancia de interés debe oxidarse (o reducirse) en el electrodo de trabajo, o bien debe reaccionar cuantitativamente con uno de los productos de la electrolisis.

Para hacer posible una titulación culombime-- trica, deberá satisfacerse las siguientes condiciones - básicas:

1).- La sustancia de interés debe estar completamente electrolizada con una eficiencia de reac---- ción del 100%.

2).- El tiempo en el que la reacción queda completa, debe determinarse con precisión.

Las ventajas especiales de la culombimetria - sobre otras Técnicas son:

a).- La posibilidad de generar y trabajar con reactivos que son inestables bajo condiciones ordinarias.

b).- Una alta sensibilidad

c).- Una buena exactitud

d).- Simplicidad de instrumentación.

Puesto que no existe el problema de almacenamiento o manejo, los tituladores inestables tales como el ion ferroso o titanoso, pueden usarse facilmente en la culombimetria.

ELECTROGRAVIMETRIA

Hay una gran variedad de metales cuya actividad es inferior a la del manganeso, que puede analizarse por medio de la Electrodeposición a potenciales con-

trolados. Este método mide la cantidad de substancia - presente por peso, es decir, por el peso del depósito - obtenido en el electrodo de trabajo, cuando la substancia analítica se metaliza cualitativamente.

Un análisis electrogravimétrico de una muestra dada puede realizarse con todo éxito si la substancia buscada puede:

1).- Adherirse al electrodo de trabajo como una capa adherente cuando se usa una densidad de corriente lo suficientemente alta para completar la electrolisis en un tiempo razonable.

2).- Reducirse cuantitativamente a un potencial inferior a aquel en el que cualquiera otra especie se recubre.

Cuando se tiene poca información, debe hacerse un análisis cualitativo. Si no se puede encontrar en la literatura un procedimiento electrogravimétrico apropiado para el tipo de muestra, casi siempre vale la pena hacer un polarograma bajo condiciones que parezcan

adecuadas. El resultado permitirá hacer un cálculo fácil de si la substancia o substancias de interes pueden separarse cuantitativamente y puede revelar también la presencia de impurezas no sospechadas que puedan causar problemas.

ESPECTROSCOPIA DE EMISION

La espectroscopia de emisión está limitada -- principalmente a elementos individuales. El grupo incluye todos los metales y ciertos no metales como el -- boro y fosforo. El criterio que debe seguirse para su aplicación, es que el elemento de interes sea capaz de volatilizarse y excitarse bajo las condiciones disponibles.

La espectroscopia de emisión es sumamente especifica y sensible en la identificación y medición de las concentraciones de elementos. Todas las variedades de concentración pueden manejarse en trabajos cualitativos hasta menos de una parte por millon, en muchos casos; pueden realizarse análisis de muestras tan peque--

ñas como un mg. Otra ventaja, que es el resultado de -
lo específico del método, es la posibilidad de hacer un
análisis elemental casi completo con una sola muestra -
de material complejo.

Origen de los espectros de emisión. Cualquier
sustancia M puede ser forzada a adquirir un estado ines-
table es decir, un estado excitado, sometiendo a tem-
peraturas suficientemente altas. Todo lo que se nece--
sita son algunos medios para transformar la energía ci-
netica de átomos y moléculas de alta velocidad, en ---
energía de excitación de los átomos y otras unidades de
la sustancia.

Existen varias técnicas de excitación que se-
usan comúnmente en los análisis espectroquímicos como -
son:

- 1).- La excitación de llama
- 2).- Excitación eléctrica

La excitación de llama se usa comúnmente para-
sustancias que se activan con facilidad, como por ejem

plo, los compuestos de metales de los grupos IA y IIA

La excitación Eléctrica, es muy efectiva para volatilizar y excitar muestras. Dependiendo de sus propiedades y medios de generación específicos, se clasifican como arcos, chispas o simplemente descargas.

3).- Arco Eléctrico.

El arco de c.d. es, probablemente, el método de excitación más versátil que existe. Su alta sensibilidad hace que sea muy valioso para los análisis cualitativos y si su corriente esta bien estabilizada, también puede producir resultados satisfactorios en determinaciones cuantitativas.

Preparación de la Muestra. Las muestras de metales se encienden con frecuencia por medio de un arco o una chispa en forma directa, es decir, se forman en autoelectrodos mediante el vaciado o el maquinado. Si se vacian, es importante asegurar un enfriamiento rápido, de tal manera que se obtenga un sólido de composición uniforme. Este método es particularmente apropiado para análisis cuantitativos de aleaciones que se fu

sionan arriba de los 500°C. Para estudios cuantitati--
vos de otros materiales, es más conveniente preparar --
muestras en polvo o soluciones que puedan introducirse--
entre electrodos de grafito o cobre espectroscópicamen--
te puros. Ni el carbono ni el cobre emiten muchas li--
neas propias, de manera que ambos son sumamente adecua--
dos para este proposito. La varilla inferior es con --
frecuencia hueca, para alojar los sobrantes de metal, -
cenizas de los materiales, residuos de soluciones, etc.;
todos estos pueden volatilizarse y ser excitados con fa--
cilidad mediante los procesos de arco o chispa.

Las soluciones o muestras liquidas pueden in--
troducirse en un arco o chispa mediante una variedad de
procedimientos. Con frecuencia pueden colocarse una o
dos gotas sobre la superficie superior de una varilla -
de carbono o cobre, evaporarse y volatilizarse y exci--
tar el residuo a una emisión. Asimismo, la solución --
puede ser absorbida mediante un electrodo poroso, intro--
ducirse en el arco por medio de un electrodo rotatorio--
cuyo extremo inferior se introduce en la solución, o --
puede manejarse por medio de otros métodos anteriores -
a la excitación. Los electrodos de grafito tienen mu--
chas aplicaciones y son ampliamente usados; pero con fre

cuencia se prefieren los electrodos de cobre para las -
soluciones diluidas. Puesto que el cobre no es poroso-
como el grafito todo el residuo de la solución permane-
ce en la punta del electrodo despues de la evaporación-
del solvente y queda asegurada una gran sensibilidad.

La sensibilidad de detección de muchos ele---
mentos mejora mediante el uso de una atmosfera que no -
sea el aire, por ejemplo, las bandas de CN pueden elimi
narse usando en el arco dióxido de carbono.

5.- CONCLUSIONES

Es evidente que la contaminación del agua es un peligro para la vida humana y la ecología natural.

La contaminación ambiental por agua tiene una gran importancia para el estudio y solución de problemas de preservación y mejoramiento del medio ambiente.

La contaminación Ambiental se propaga principalmente via:

- 1).- El Agua

- 2).- La Tierra
- 3).- Los Productos Agropecuarios
- 4).- Los Rios, Lagos, Lagunas y Esteros
- 5).- La Flora y la Fauna
- 6).- El Aire

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio descrito se concluye lo siguiente:

Aunque los resultados obtenidos en este estudio nos revelan que los analisis efectuados estan bajos o cercanos a los máximos permitidos esto no nos indica que no esten contaminadas las aguas ya que los estandares marcados no tienen sentido, ya que estos son fijados tomando en cuenta el nivel al cual la Compañia puede -- tratar el desperdicio sin que vaya a la quiebra. Una vez que la Compañia presenta una cifra y alega que un estandar más alto lo llevaria a la quiebra, entonces se establece el nivel.

Un caso típico es el de Minamata, en el cual la densidad del mercurio en el agua es de un microgramo por litro a lo mas, lo que significa que su presencia no

puede ser detectada en analisis normales, pero en el --
pescado se encuentra 10 p.p.m. de mercurio, lo que sig-
nifica una concentración de cien mil tantos y ha habido
casos donde se encuentra hasta un millón. Asi que ape-
gandonos a las leyes sobre la calidad del agua podemos-
concluir que el agua de las tres Compañias estudiadas -
no contaminan desde el punto de vista juridico aunque -
para asegurar esto se tendria que hacer un estudio mu-
cho más profundo.

5.1.- OBSERVACIONES.

Espeamos que este Estudio sea aceptado como -
el inicio de un Gravisimo problema por lo cual exhorta-
mos a la complementación especialmente en los puntos --
Diseño y Construcción de Presas de Jales y la Parte Ex-
perimental, ya que con tres Unidades Estudiadas y toman-
do en cuenta que usan el mismo Proceso de Concentración
(Flotación) es dificil determinar estrictamente que no-
haya contaminación del agua por medio de la Industria -
Minera.

Es de suma importancia hacer un estudio análitico de la Descarga de Agua residual de todos los procesos usados para el beneficio de minerales, y con esto - determinar el grado de control necesario para dicha descarga y con esto evitar la contaminación si la descarga en estudio presentará.

Consideramos importante mencionar la necesidad de ubicar la descarga de agua residual con doble finalidad:

1).- Determinar la cantidad real de agua utilizada en el proceso de concentración de minerales.

2).- En caso de no estar contaminada y no tener un sistema de tratamiento de agua, tratar de aprovecharla para el riego de las plantas existentes en la -- Presa de Jales (REHABILITACION).

5.2.- RECOMENDACIONES

Se recomienda estar analizando continuamente-

la descarga de agua residual para determinar el grado de contaminación y evitar problemas semejantes a los ocurridos en MINAMATA, TORREON y en el mismo DISTRITO FEDERAL.

Se recomienda que cada Industria Minera instale un Sistema de Tratamiento de Aguas, especialmente las que concentran Minerales por Cianuración.

Se recomienda a las Industrias Mineras que cuenten con Presas de Jales hechas sin Tecnología se inclinen por hacerlo con Tecnología para evitar problemas de Desplome y causar daños mayores.

Se recomienda que la Construcción de la Presa de Jales se haga aprovechando las consideraciones anteriormente tratadas.

Se recomienda Destinar una Persona (Jalero) a vigilar la Presa de jales para evitar la Licuefacción y Tubificación.

Se recomienda la REHABILITACION de Presa de -

jales para eliminar la Erosión producida por los vientos y evitar la contaminación ambiental.

Se recomienda a la Industrias Mineras, analizar sus Jales para determinar los valores minerales y con esto determinar si es conveniente explotar con el tiempo.

Si se hace otro estudio semejante a este con respecto a los puntos marcados, pero tomando otras unidades que utilicen otros Procesos de Concentración, se recomienda apegarse a todas las indicaciones de Preservación de Muestras en caso de que no se puedan determinar inmediatamente tanto los Parametros de mayor importancia, como las Substancias Tóxicas, para poder hacer finalmente la Determinación exacta de si hay o no contaminación producida por la Industria Minera.

6.- BIBLIOGRAFIAPOTENCIAL DE HIDROGENO.

APHA, Standard Methods for the examination of water and Waste Water, American Public Health Association, Washington, D. C., USA, 1974.

Sawyer C.N. Chemistry for sanitary engineers, 2a. Edición 1967, ed. McGraw - Hillbook Company, Kagokusha --- Company Ltd.

Willard H, Metodos instrumentales de analisis, Editorial Continental, México, D. F. 1970.

Villarreal E., Elementos de electroquímica formativa, - Editorial Libros de México, México, D. F. 1970.

U.S. Environmental Protection Agency, water prugran ---- operations, Self Monitoring Procedures, EPA-430/1 74-015

TEMPERATURA:

APHA, AWWA, WPCF.- Standard methods for the examination of Water and Wastewater.- 13a. Edition.

WPFC (Water Pollution Control Federation).- Simplified-Laboratory procedures for Wastewater examination.- Publication No. 18.

Velz, C. J., Applied steam sanitation, Wiley interscience, New York, 1970.

Franz Ruttner.- Fundamentals of limnology, Toronto Press University. 1965.

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO:

APHA. AWWA. WPCF standar methods for the examinations - of water and wastewater 13a. edición 1971.

SAMYER. C.N. Mc Carty, P.L. Chemistry for sanitary engi neers 2a. edición Ed. Mc Graw - Hill LTD. Eckenfelder, - WW. for D.L. water pollution control.

Manual del curso WATER QUALITY STUDIES, U.S. Envioremen tal protection agency, water. Program operations. mayo- 1974.

EPA, AQCL Methods of chemical analysis of water and --- wastes Cincinnati Oh. Julio 1971.

ARSENICO:

APHA, AWWA, WPCF. Standard methods of the examination of water and Wastewater 13a. edición 1971.

F.S. Lisella, K.P., Long y H. G. Seoft Healt aspects of arsenicals in the environmental. Journal of Environmen tal Healt. vol. 34. No. 5 (Marzo/abril 1971).

A. R. Bracho Flores. Intoxicación arsenical cronica o - arsenismo cronico en la comarca Lagunera de Coahuila, - México.

U.S. Environmetal Protección Agency. Methods for Chemi cal Analisis of water and wastes 1974.

PLOMO:

Sandel., E.B., 1959. Colorimetric Determination of --- trances of metals (3rd. ed.) Interscience Publishers, - New York, Chapter 23 and pp. 144-176.

APHA AWWA WPCE Standar methods for the examination of-- water and wastewater 13a. ed. 1971.

CONDUCTANCIA ESPECIFICA:

R.A. Robinson E.R.H., Stokes 1959 Electrolyte solutions (2nd. Ed.) Academic.... Presss. New York. pag. 466.

J.E. Lind. J.J. Zwolenik E.R.M. Fouss. 1959 Calibration of conductance Cells at 25°C with Aqueous solutions -- for Potassium Chloride J. Amer. Chem. Soc. 81:7557.

Jones, G. E., B. C. Brade Haw, 1933 The Measurement of conductance of electrolytes. V; A determination of the conductance of S. Standar potassium Chloride solutions- in absolute units. J. Amer. Chem. Soc. 55. 1780.

Rossum J. R., 1949. Conductance Method for Checking --- ACCUARATE of water. Analyses Anal. Chem. 21:631.

Wilcox, L.U. 1950 Electrical conductivity Jawwa 42:725, Standard methods for the examination of water and ----- wastewater. 13d. Edition.

Handbook for analytical Qualiti control in water an --- wastewater laboratories U.S. EPA, Technology Trnasfer, - Jun. 1972. p. 3-7 a 10.

Villarreal E., Elementos de electroquímica formativa, - Editorial, Libros de México, México, D. F., 1970.

DUREZA (CALCIO Y MAGNESIO):

APHA. AWWA. WPCF. Standar methods for the examination - of Water an wastewater 13 TH. Edition 1971.

C.V. Sawyer, P.L. Mc Carty, Chemistry for Sanitary ---- Engineer Mc Graw - Hill Book Company, 1967.

Janes W. Mc Coy, Chemical Analysis of Industrial Water, Chemical Publishing Co. N.Y. 1969.

Guilbault G. y Hargis L., Instrumental Analysis manual, Mercal Dekker Inc. N.Y. 1970.

Nelsen and Nemorow Liquid Waste of Industry Theories --
Practices and Treatment. 1971. pag. 420 - 421

PRESAS DE JALES

Design of dams for mill tailings. By C. D. Kealy and ---
R.L. Soderberg information circular 8410 UNITED STATES -
DEPARTMENT of THE INTERIOR BUREAU OF MINES.

Cedergren, Harry R. Seepage, Drainage, and flow nets. --
John Wiley & Sans, p.p. 97-134.

Parcher, James, and Raymond Means. Sal Mechanics and ---
foeendations charles E. Merrill Publishing Co., Columbus,
Ohio, 1968. 543 p.p.

Treatment of Waste Liquors Pater W. Sherwod Mining Maga
zine May 1965, Vol. 112. No. 5.

I Reunión Nacional sobre Problemas de Contaminación Am--
biental Tomos I y II Enero 1973, México, D. F.

SILICIO

DIENERT, F.& F.WANDENBULCKE. 1923. On the determination -
of silica in waters. Bull. Soc. Chim. France 33:1131; --
Compt. Rend. 176:1478.
-. 1924. A study of colloidal silica. Compt.Rend.178:564.

DUREZA (CALCIO Y MAGNESIO) :

APHA. AWWA. WPCF. Standar methods for the examination of-
Water an wastewater 13 TH. Edition 1971.