



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

Efecto de Fluoruros en los Análisis
de Rocas.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Q U I M I C O

P R E S E N T A :

Alma Rosa Bracamontes Alatraste

MEXICO, D. F.

M-42443

1980



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.

PRESIDENTE: ALBERTO OBREGON PEREZ

Jurado asignado originalmente VOCAL: SELMA SOSA SEVILLA

según el tema

SECRETARIO: ELVIA MARTINEZ IZAGUIRRE

1er.SUPLENTE: SARA OBREGON ROMO

2o.SUPLENTE: MA. DEL CARMEN OLMOS PEREZ

Sitio donde se desarrolló el tema: Departamento de Química
Experimental Aplicada. Facultad de Química. UNAM.

Sustentante: Alma Rosa Bracamontes Alatriscé.

Asesor: Alberto Obregón Pérez

A CLED.

Con agradecimiento a mis maestros
Alberto Obregón, Elvia Martínez y
Sarita, por su apoyo y enseñanzas.

A mi madre y a Javier por
su confianza y ayuda.

TEMARIO

I.-INTRODUCCION.

II.-CONSIDERACIONES TEORICAS.

- 1.-Flúor.
- 2.-Efecto de fluoruros en los análisis de rocas.
- 3.-Determinación de fluoruros.
- 4.-Separación de flúor.
- 5.-Técnica de precipitación en solución homogénea en la determinación gravimétrica de R_2O_3 .

III.-PARTE EXPERIMENTAL.

- 1.-Generalidades.
- 2.-Preparación de la solución problema.
- 3.-Determinación de flúor
- 4.-Determinación gravimétrica de R_2O_3 .

IV.-RESULTADOS.

- 1.-Gramos de mineral pesados en la preparación de la solución problema.
- 2.-Lecturas de las soluciones de la curva patrón.
- 3.-Porcentaje de flúor retenido en las muestras.
- 4.-Porcentaje de R_2O_3 determinado en las muestras.

V.-CONCLUSION.

VI.-BIBLIOGRAFIA.

I.-INTRODUCCION.

En la actualidad es imprescindible, llevar a cabo revisiones constantes, y cada vez más frecuentes de los descubrimientos que se han hecho sobre las técnicas empleadas en el laboratorio de química, y sobre sus fundamentos teóricos, para evitar que se vuelvan improcedentes y obsoletas.

Tratando de lograr la actualización mencionada, así como la unificación de los métodos usados en una específica rama de la química, como es el análisis de rocas y materiales similares; se llevaron a cabo recientemente, investigaciones sobre el diseño de nuevas técnicas de disolución de rocas para su análisis químico así como la redistribución de las alcuotas para las diversas determinaciones.

Estos estudios llevaron a la conclusión de que lo ideal sería la precipitación de los óxidos en la porción de la muestra disuelta con ácido fluorhídrico y por consiguiente exenta de sílice y de fundentes alcalinos. Aún cuando a primera vista este procedimiento era correcto, había objeciones que lo descartaban, la principal resultaba de la dificultad de eliminar totalmente el flúor usado para la disolución, ya que éste es una fuerte interferencia para la determinación de los demás iones.

Esta tesis se elaboró con objeto de estudiar cuales son las concentraciones residuales de flúor al realizar la evaporación

en presencia de ácido sulfúrico y analizar la influencia de la presencia de éste flúor en la precipitación del conjunto de óxidos mezclados, conocido como R_2O_3 .

II.-CONSIDERACIONES TEORICAS.

1.-FLUOR.

El flúor se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en forma de fluoruros insolubles de los metales electropositivos, particularmente como espato flúor o fluorita CaF_2 , muy frecuente en rocas ígneas y metamórficas; itrofluorita, CaF_2 con cantidades variables de YF_3 ; itrocerita, CaF_2 con cantidades diversas de YF_3 y de CeF_3 ; criolita, Na_3AlF_6 ; fluoropatita $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (1).

Algunas de las propiedades a las que el flúor debe su alto poder de interferencia (6,9) son:

Posee mayor reactividad química entre todos los elementos de la tabla periódica. Se combina directamente con todos los elementos, a excepción del oxígeno y los gases nobles más livianos. También reacciona frente a numerosos compuestos, particularmente los orgánicos, transformándolos en fluoruros (4).

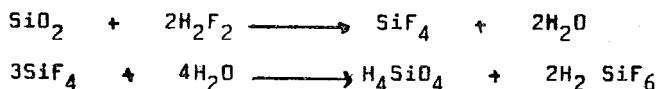
Es el anión más pequeño y el más oxidante ($E_{2\text{F}^-/\text{F}_2}^\circ = 2.85\text{v}$) por lo que muchos metales presentan su estado de oxidación más alto en sus fluoruros. También por esta razón induce el número máximo de coordinación de los átomos con los cuales se combina para formar complejos, como en BF_4^- , SiF_6^{2-} o TaF_8^{2-} . Es un fuerte agente complejante comparable con el OH^- ; esta tendencia también incluye a su derivado el HF, que tiene la propiedad de

formar ácidos complejos metal-fluorhídricos muy estables como:

$H[AgF_2]$, $H[KF_2]$, $H[NaF_2]$ y $H[NH_4F_2]$ y las sales $Na_3[FeF_6]$,
 $Na_3[AlF_6]$, etc.

Los fluoruros alcalinos, los de plata, aluminio, estroncio y mercurio son solubles en agua; los alcalinotérreos, de plomo, cobre y zinc son muy poco o nada solubles. El fluoruro de plata es muy soluble en agua, su sal sódica es muy delicuescente en aire húmedo. Esta diferencia en la solubilidad de las sales alcalinotérreas y de plata en comparación con la de los cloruros, bromuros y yoduros correspondientes, es una razón más para la dificultad que implica la determinación de fluoruros en presencia de otros iones, así como la de éstos frente a los fluoruros. Está explicada por Obregón R. (8).

Es el único ión capaz de reaccionar con la sílice y formar compuestos solubles con ella:



2.-EFECTO DE FLUORUROS EN LOS ANALISIS DE ROCAS.

Debido a las propiedades que se mencionan en el capítulo anterior, la presencia de iones fluoruro ocasiona importantes e innumerables errores en las diversas determinaciones que se hacen en el curso de un análisis ordinario.

Altera la determinación de la sílice si ésta se hace en presencia del ión.

Ocasiona precipitaciones parciales y prematuras de calcio como CaF_2 propiciando un futuro error (8).

Propicia una precipitación muy incompleta de Al_2O_3 por la habilidad del aluminio de formar complejos sumamente estables con iones fluoruro, y la incertidumbre en la composición de estos complejos dificulta su determinación por algún otro método. (8).

3.-DETERMINACION DE FLUORUROS.

Todos los ensayos de reconocimiento de fluoruro se agrupan en dos tipos:

1) Los que se fundamentan en la propiedad del ácido fluorhídrico, de corroer el vidrio y formar SiF_4 (3); pero no se usan mucho en análisis cuantitativo.

2) Puesto que no se conoce ninguna reacción, en la cual el fluoruro produzca color directamente. Todos los procedimientos colorimétricos que se han desarrollado son indirectos y dependen del efecto decolorante del fluoruro sobre varios sistemas coloridos tales como: Tiocianato férrico $\text{Fe}(\text{SCN})_6^{3-}$ (rojo); acetilacetona férrica; peróxido de titanio TiO_2 (amarillo); quinizarina-zirconio; hematoxilina-aluminio; alizarina-torio; etc. (2y5).

El caso más interesante, por dar lugar a la reacción más sensible, es la decoloración de la laca alizarina-zirconio, y es el método que se usará en la presente tesis (10).

Hay una ligera diferencia entre el método propuesto por Bumsted y por Megregian (2) que utilizan este sistema colorido, pero ambos dan resultados satisfactorios; en la presente tesis se usará la técnica de Megregian (2).

4.-SEPARACION DE FLUOR.

Ninguno de los procedimientos citados es específico para el ión fluoruro, por lo tanto, debe estar libre de materia orgánica e interferencia iónicas, requiriendo una separación preliminar antes de realizar su determinación.

Algunas de las interferencias son: sulfatos, fosfatos y oxalatos que precipitan o complejan al zirconio. Los aniones que oxidan y destruyen la alizarina: perclorato, perbromato, ferrocianuro, clorato, bromato, yodato, cromato y arseniato.

Es indeseable la presencia de ácidos volátiles como HCl ya que éstos no se eliminan por el presente método de destilación.

Después de que la muestra ha sido atacada con ácidos, se remueve de las interferencias por destilación como ácido hexafluorosilícico, según técnica descrita por Boltz (2).

5.-TECNICA DE PRECIPITACION EN SOLUCION HOMOGENEA EN LA DETERMINACION GRAVIMETRICA DE R_2O_3 .

Este precipitado representa la totalidad de Fe, Al, Ti y P como óxidos exentos de sílice, que ha sido expulsada previamente (7).

Debido a las características de estos iones y la singular cristalización, precipitan como óxidos hidratados (11), por lo que Walton recomienda el uso de la técnica de precipitación en solución homogénea, y que consiste básicamente, en liberar gradual y uniformemente al ión precipitante a través del cuerpo de la solución, para evitar una elevada concentración local del ión y por lo tanto la formación de una zona con un pH mayor del deseado.

II.-PARTE EXPERIMENTAL.

1.-GENERALIDADES.

En la parte experimental de esta tesis se hicieron las determinaciones de: ácido fluorhídrico residual, después del ataque y evaporación a que se somete la muestra, y la de los óxidos mezclados R_2O_3 . Con el objeto de cuantear el flúor retenido por cada muestra y saber si este era suficiente para modificar la determinación de R_2O_3 .

Para abarcar una diversidad de muestras con que llevar a cabo el estudio se dispuso de una serie de materiales que cubren las composiciones de rocas ácidas, básicas y ultrabásicas, así como de algunos minerales de interés. Su composición promedio se muestra en la Tabla I.

Los estudios llevados a cabo por Obregón P. (7) lograron la integración de un nuevo esquema para el análisis de las diferentes porciones de la muestra, el cual se consideró conveniente usar en el presente trabajo. Este se muestra en la Tabla II. Las determinaciones de HF y R_2O_3 se hicieron sobre la 2a. porción de la muestra.

TABLA I. ANALISIS DE LAS MUESTRAS PATRON.

MUESTRA NUMERO CLASIFICACION	IG-1 TALCO	IG-2 ARENA	IG-3 WOLLASTONITA	IG-4 BENTONITA	IG-5 GRANITO	IG-6 BASALTO	IG-7 CAOLIN	IG-8 OLIVINO
SiO ₂	58.97 %	93.01 %	51.04 %	54.71 %	72.27 %	49.71 %	55.25 %	40.13 %
TiO ₂	0.04	0.13	0.13	0.19	0.12	1.66	0.75	0.15
Al ₂ O ₃	0.81	0.29	1.33	18.95	12.53	18.04	20.71	2.09
Fe ₂ O ₃	1.06	1.24	0.16	1.40	0.27	0.52	0.47	3.33
FeO	2.74	N.D.	1.09	1.09	1.80	8.78	0.00	5.90
MnO	0.04	0.01	0.14	0.03	0.16	0.16	0.00	0.12
MgO	29.61	0.17	0.00	2.80	0.84	8.72	0.25	36.63
CaO	0.20	0.00	43.81	0.97	0.00	8.12	0.00	0.66
Na ₂ O	0.21	0.14	0.63	1.40	4.38	4.08	0.27	0.27
K ₂ O	0.02	0.02	0.41	0.55	3.32	1.30	0.58	0.64
P ₂ O ₅ -	0.03	0.04	0.17	0.06	0.06	0.53	0.23	0.04
SO ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00
CO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H ₂ O (+)	6.11	0.14	1.19	5.02	3.00	0.49	7.79	8.29
H ₂ O (-)	<u>0.21</u>	<u>0.06</u>	<u>0.14</u>	<u>13.04</u>	<u>1.43</u>	<u>0.22</u>	<u>1.11</u>	<u>0.72</u>
SUMA	100.05 %	100.25 %	100.24 %	100.22 %	100.18 %	100.33 %	99.84 %	99.77 %

TABLA II. DISTRIBUCION DEL MATERIAL PARA EL ESQUEMA DE ANALISIS
PROPUESTO.

1ª PORCION DE MUESTRA	DETERMINACIONES	METODO PROPUESTO			
Peso: 1.000 g	Silice	Gravimétrico			
Tratamiento: Fusión alcalina	Silice residual	Colorimétrico			
Aforo: 200 ml	Calcio	Volumétrico			
	Anh. sulfúrico	Gravimétrico			
2ª PORCION DE MUESTRA	Sodio	Flamofotométrico			
Peso: 1.250 g	Potasio	Flamofotométrico			
Tratamiento: Disolución	Litio	Flamofotométrico			
ácida.	Manganeso	Colorimétrico			
Aforo: 250 ml	Titanio	Colorimétrico			
	Fósforo	Colorimétrico			
Determinación: fluoruro resi- dual.	Fierro total	Colorimétrico			
Método: colo- rimétrico.	6 Fierro total	Volumétrico			
	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>A O</td></tr><tr><td>2 3</td></tr></table>	A O	2 3	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Gravimétrico</td></tr></table>	Gravimétrico
A O					
2 3					
Gravimétrico					
	Calcio + magnesio	Volumétrico			
	Elementos especiales	Absorción atómica			
3ª PORCION DE MUESTRA					
Peso: 1.000 g	Fierro	Volumétrico			
Tratamiento: Disolución	ferroso				
ácida con un oxidante					
4ª PORCION DE MUESTRA	Anhidrido				
Peso: de 1 a 5 g	carbónico	Volumétrico			
Tratamiento: Titulación					
con ácidos valorados					
5ª PORCION DE MUESTRA					
Peso: variable	Humedad adherente	Gravimétrico			
Tratamiento: Térmico	Agua de combinación	Gravimétrico			

2.-PREPARACION DE LA SOLUCION PROBLEMA.

Se pesan 1.250 g de la muestra molida a 100 mallas, pasándola a un vaso de precipitados de nalgene de 100 ml; se le agregan sucesivamente: 10 ml de ácido sulfúrico (1:1), 1 ml de ácido nítrico concentrado y 20 ml de ácido fluorhídrico al 48%. Hay que agregar los ácidos con precaución, para evitar proyecciones en caso de estar presentes carbonatos.

El vaso se coloca en un dispositivo, encima de una parrilla de calor suave (60°C) durante toda la noche, para favorecer la total eliminación del ácido fluorhídrico gaseoso y vapores sulfúricos (SO₃).

El contenido (residue seco) del vaso, se pasa muy cuidadosamente a un vaso de precipitados de vidrio de 250 ml; los residuos se retiran con un gendarme y ambos se lavan bien con agua destilada, que se recolecta en el vaso de vidrio, y éste se pone a calentar directamente en una parrilla por toda una noche para terminar de eliminar los vapores sulfúricos. Es recomendable una segunda evaporación con ácido sulfúrico para favorecer la máxima eliminación del fluorhídrico, según estudios realizados por Obregón P. (7).

Se agregan al vaso 200 ml de agua destilada y 10 ml de HClO₄ al 72% y se coloca en una parrilla a baja temperatura, hasta completa disolución del residuo. Cuando la operación ha terminado la solución se enfría y se afora en matraz volu-

métrico de 250 ml.

De esta solución así preparada se tomarán las alícuotas, para las determinaciones individuales de F^- y de R_2O_3 .

3.-DETERMINACION DE FLUOR.

A.Separación por destilación con arrastre de vapor.

Como se explica anteriormente, la destilación se hizo con objeto de separar al flúor de sus interferencias no volátiles en forma de ácido hexafluorosilícico.

La técnica seguida fué la siguiente:

Armar el aparato que se muestra en la figura # 2. Colocar 250 ml de agua destilada en (b). En (c) poner 10 ml de la solución problema medidos con pipeta volumétrica, y agregarle 2 g de cuarzo. En (1) colocar 10 ml de agua destilada, dos gránulos de NaOH y una o dos gotas de fenolftaleína. Sellar el aparato para evitar fugas de H_2SiF_6 . Conectar el agua al refrigerante. Prender las parrillas, con la llave de Mohr abierta. Controlar la temperatura, y cuando ésta alcance $140^{\circ}C$ cerrar la llave de Mohr para que el vapor de agua y la sustancia arrastrada empiecen a destilar. Por medio de las parrillas evitar que la temperatura sea mayor de $150^{\circ}C$. Destilar 200 ml. Colocar en un matraz aforado de 250 ml. Aforar con agua destilada.

ESQUEMA DEL APARATO.

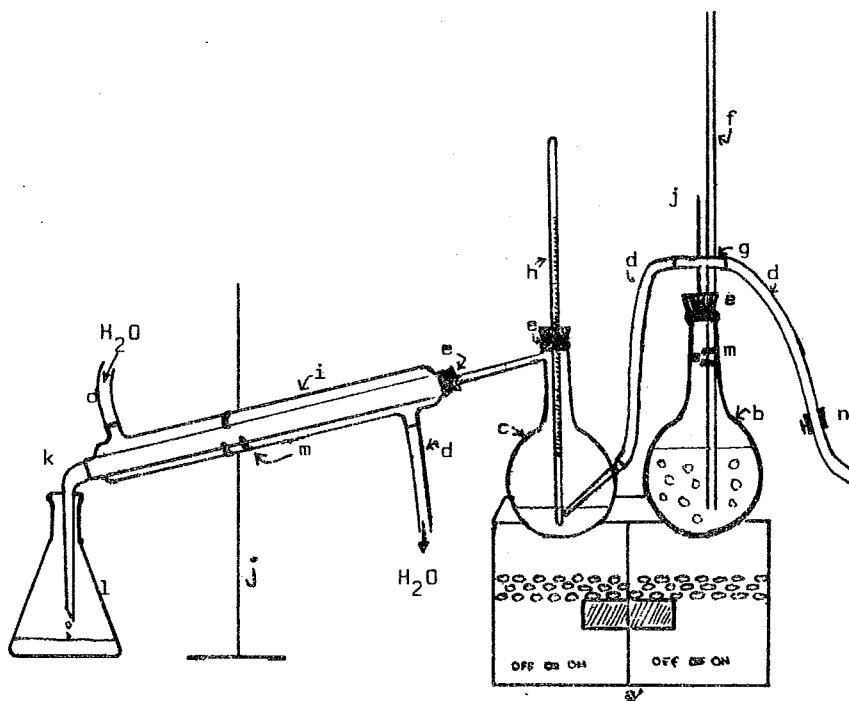


figura 2.

- a. Parrillas de calentamiento.
- b. Matraz bola de cuello largo de 1000 ml.
- c. Matraz bola para destilación.
- d. Mangueras.
- e. Tapones de hule.
- f. Tubo de vidrio de seguridad.
- g. T de vidrio
- h. Termómetro de 10 a 260 °C.
- i. Refrigerante de agua 24/40.
- j. Soportes metálicos.
- k. Colector 24/40.
- l. Matraz erlenmeyer de 500 ml.
- m. Pinzas de tres dedos con nuez.
- n. Pinza de Mohr.

B. Determinación colorimétrica.

Del destilado de flúor se toman alícuotas de 10, 25 y 50 ml y se colocan en tres matraces aforados de 100 ml respectivamente. Después se neutralizan con dos o tres gotas de H_2SO_4 (1:1).

Posteriormente se agregan 5 ml de la solución A y 5 ml de la B a cada matraz y se afora a 100 ml con agua destilada; se agita y se deja reposar una hora.

Se toman las lecturas en el espectrofotómetro Spectronic 20 que debe precalentarse 15 minutos aproximadamente, a 525 nm que es la λ máxima de absorción para este complejo, según demostró Obregón R. (8). Y en el espectrofotómetro Klett-Summerson usando filtro verde # 54..

NOTA: La preparación de cada matraz y por lo tanto su lectura se debe hacer con un intervalo de 10 minutos, para proporcionar un margen de tiempo en el que se adicionen los reactivos y se haga la lectura en los aparatos, sin alterar el tiempo de desarrollo de color que debe ser de una hora, con un margen de error de 2 minutos, según indica la técnica (2).

Las lecturas hechas en el espectrofotómetro, podrán transformarse posteriormente en ppm de flúor, elaborando una curva patrón de flúor vs. lecturas.

C.Preparación de soluciones para la determinación de flúor.

A.Rojo de alizarina S. Disolver 0.75 g de rojo de alizarina S en un litro de agua destilada.

B.Nitrato de zirconilo. Disolver 0.354 g de nitrato de zirconilo octahidratado o 0.295 g de nitrato de zirconilo dihidratado, en 600-800 ml de agua destilada. Agregar 33 ml de H_2SO_4 conc. lentamente y con agitación. Añadir 101 ml de HCl conc. con agitación. Enfriar a temperatura ambiente y diluir a un litro. Después de una hora el reactivo está listo para su uso.

Solución estandar de fluoruro de sodio. Pesar 2.21 g de NaF, diluir a 100 ml con agua destilada, tomar una alícuota de 10 ml, diluir a un litro con agua destilada, obteniéndose así la solución madre de 100 ppm de fluoruro.

Soluciones para la curva patrón. Estas deben estar en un rango de 0 a 2.5 ppm de fluoruro. Se toma una alícuota de 20 ml de la solución madre de 100 ppm de fluoruro, y se afora a 200 ml con agua destilada, obteniendo una solución de 10 ppm de fluoruro, Tomar alícuotas de 5, 10, 15, 20 y 25 ml, colocarlas en cinco matraces aforados de 100 ml, respectivamente y dejar un matraz más vacío. Agregar a cada uno de los seis matraces 5 ml de A y 5 ml de B, agitar, aforar a 100 ml y después de una hora de desarrollo del color leerlos en 1)espectrofotómetro Klett-Summerson (filtro verde) y 2)Spectronic 20 a 525 nm. Ver gráficas 1.2 y 3.

4.-DETERMINACION GRAVIMETRICA DE R_2O_3 .

Tomar una alícuota de 100 ml de la solución problema y pasarla a un vaso de precipitados de 250 ml, adicionarle 50 ml de la solución precipitante. Calentar a ebullición ligera una hora. Retirar del calor y agregarle 5 gotas de NH_4OH (1:1) y unas gotas de rojo de metilo para asegurar un pH mayor a 5.5. Se filtra con un filtro de poro medio de 9 cm de diámetro y el filtrado es recibido en un matraz erlenmeyer de 500 ml; bajar el precipitado con gendarme y solución de lavado.

Las sales básicas de fierro y aluminio que están fuertemente adheridas a las paredes del vaso, se tratan, para colectarlas, con 10 ml de HCl (1:1) en caliente hasta que los depósitos se disuelvan. Agregar 25 ml de agua caliente y unas gotas de rojo de metilo, y neutralizar hasta el virre del indicador con NH_4OH (1:1); filtrar con el mismo filtro y bajar el precipitado con gendarme. Dar al precipitado 10 lavados adicionales, escurrir bien; colocar filtro y precipitado en un crisol de porcelana para ser calcinados en la mufla a $1000^\circ C$ por 10 minutos, pasar el crisol a desecador, enfriar y pesar.

A.Preparación de soluciones.

Solución precipitante. Mezclar 100 g de urea, 70 ml de NH_4OH (densidad 0.89) y 50 g de NH_4NO_3 , disolver en agua destilada completando a un litro.

Solución de lavado. Disolver 2 g de NH_4NO_3 en 100 ml de agua caliente y agregar una gota de amoníaco.

IV.-RESULTADOS.

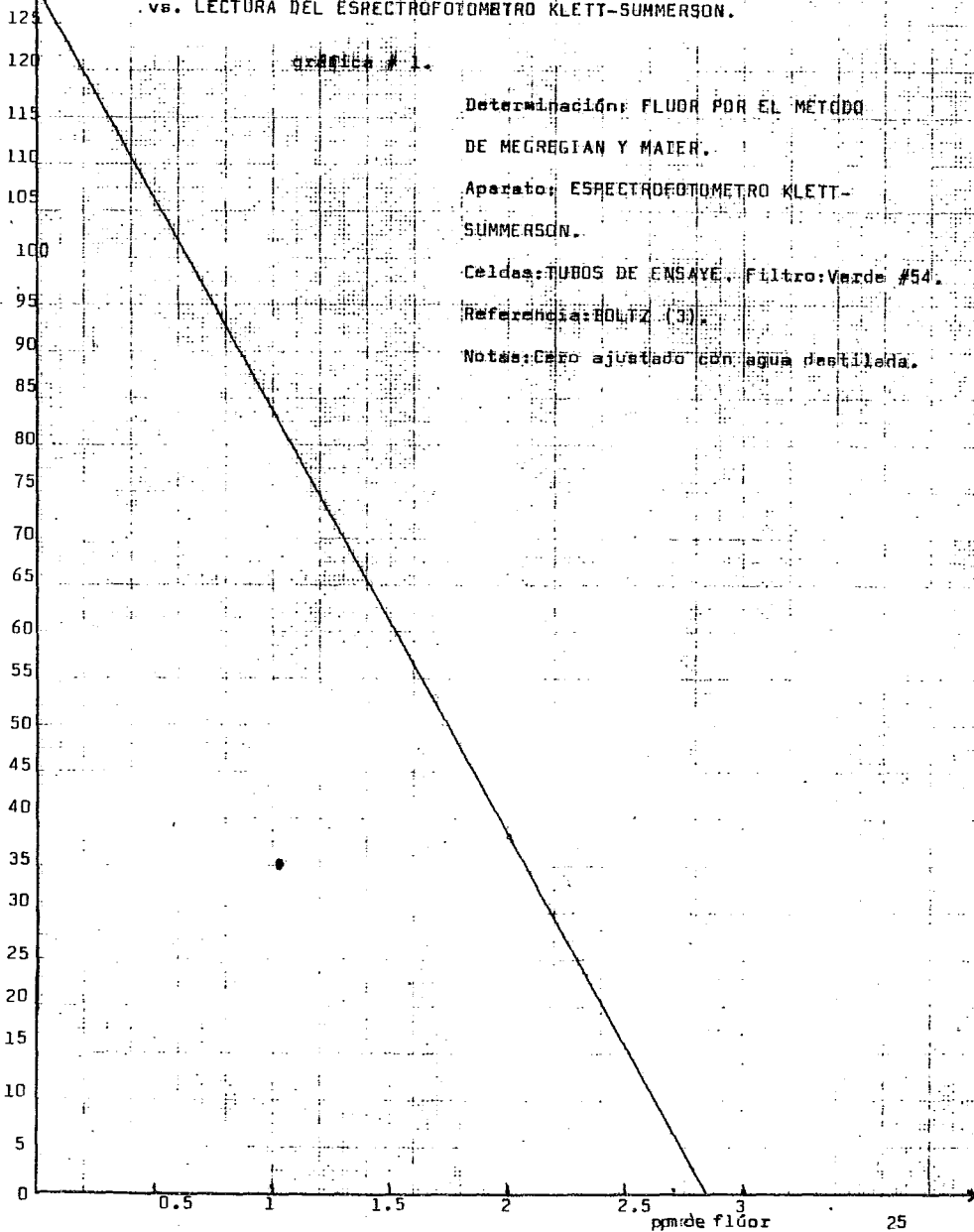
1.-GRAMOS DE MINERAL PESADOS EN LA PREPARACION DE LA SOLUCION PROBLEMA.

Clave	Nombre	g de mineral
IG-1	Talco	1.2470
IG-2	Arena	1.2500
IG-3	Wollastonita	1.2500
IG-4	Bentonita	1.2510
IG-5	Granito	1.2500
IG-6	Basalto	1.2555
IG-7	Caolín	1.2580
IG-8	Olivino	1.2500

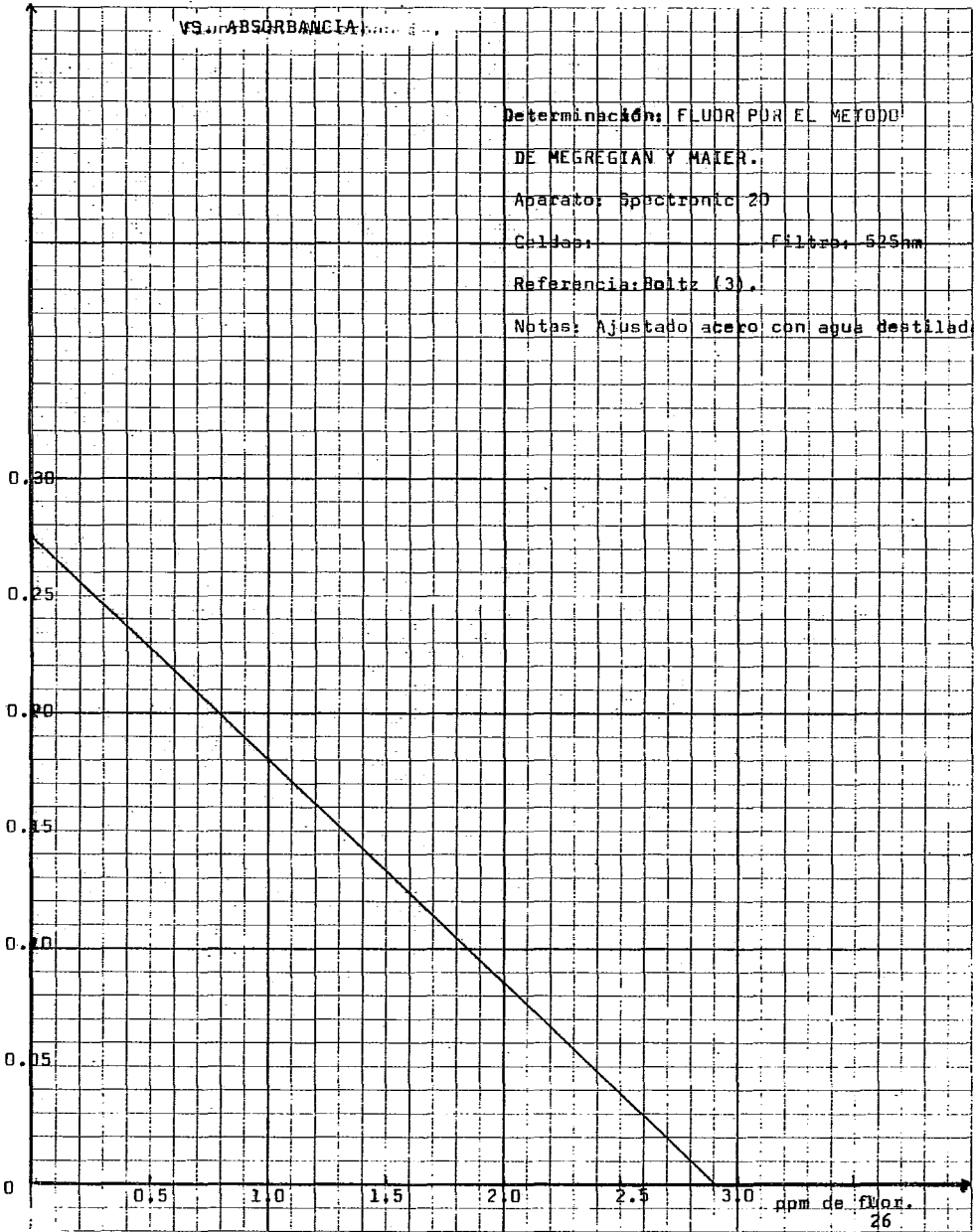
2.-LECTURAS DE LAS SOLUCIONES DE LA CURVA PATRON.

Concentración en ppm.	Lecturas		
	Klett-Summerson Lectura	Absorbancia	% de Transmitancia
2.5	23	0.05	88.5
2	36.5	0.08	83.5
1.5	54	0.13	75
1	78	0.17	67.2
0.5	107	0.23	59
0	134	0.28	52.5

lectura CURVA PATRÓN ESTANDARIZADA POR MINIMOS CUADRADOS DE ppm DE FLUOR
.vs. LECTURA DEL ESPECTROFOTOMETRO KLETT-SUMMERSON.

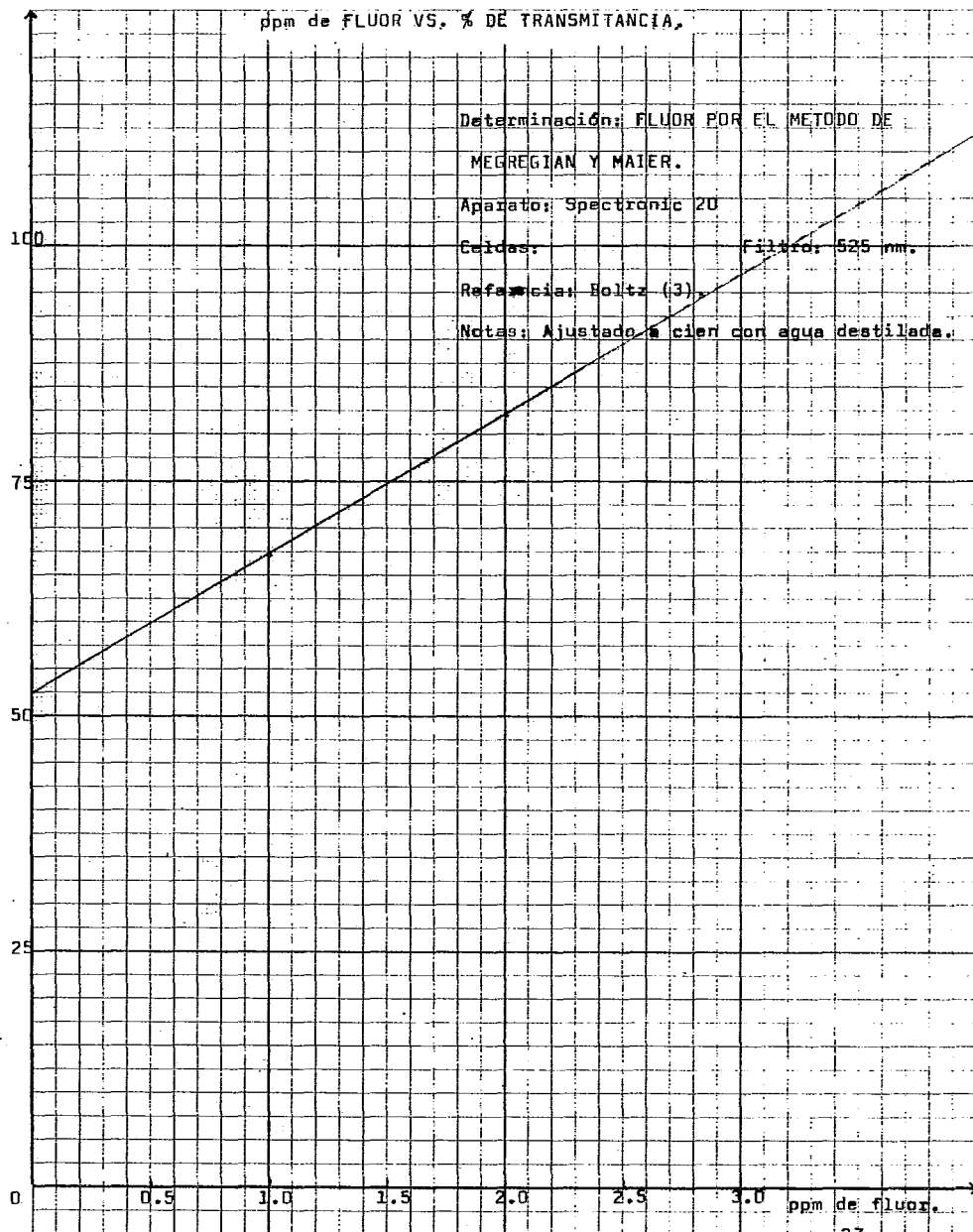


Absorbancia CURVA PATRON ESTANDARIZADA POR MINIMOS CUADRADOS DE ppm DE FLUOR



Gráfica #2

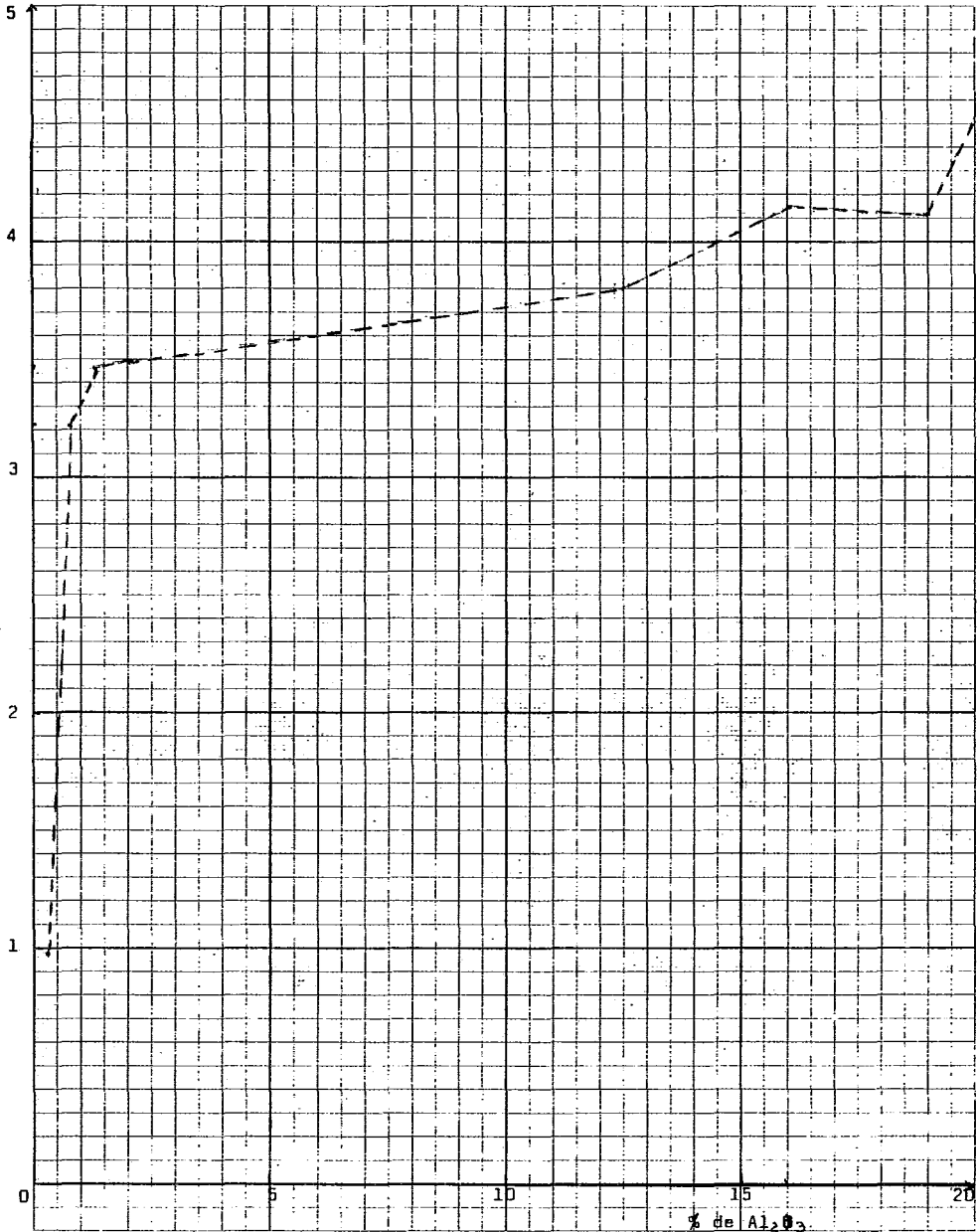
% de Transmitancia CUR VA PATRÓN ESTANDARIZADA POR MINIMOS CUADRADOS DE



Gráfica #3

% de fluor
retenido

GRAFICA DE RETENCION DE FLUOR DEBIDA A LA PRESENCIA DE Al_2O_3 .



Gráfica #4.

3.-PORCIENTO DE FLUOR RETENIDO EN LAS MUESTRAS.

Nota: Las lecturas de Absorbancia (A) y por ciento de Transmittancia (%T) se hicieron en el Spectronic 20 y las otras (L) en el espectrofotómetro Klett-Summerson.

IG-1.Talco.

Lectura	Alícuota ml	ppm leídas en las tres curvas patrón	% de flúor en la muestra	Promedio
L 84		1.0	5.0	
A 0.15	10	1.3	6.5	5.79
%T 70.5		1.17	5.87	
L 64		1.44	2.88	
A 0.11	25	1.62	3.25	3.22
%T 78		1.77	3.55	
L 58		1.56	1.56	
A 0.10	50	1.67	1.67	1.7
%T 79		1.87	1.87	
IG-2.Arena.				
L 126		0.06	0.3	
A 0.26	10	0.13	0.65	0.5
%T 55		0.11	0.55	
L 120		0.2	0.4	
A 0.21	25	0.67	1.34	0.98
%T 62		0.61	1.22	
L 95		0.75	0.75	
A 0.20	50	0.77	0.77	0.73
%T 63		0.69	0.69	

IG-3. Wollastonita.

	Lectura	Alícuota	ppm de flúor	%de flúor	Promedio
L	73		1.24	6.2	
A	0.15	10 ml	1.3	6.5	6.25
%T	71		1.21	6.07	
L	57		1.58	3.16	
A	0.10	25"	1.86	3.7	3.47
%T	79.3		1.77	3.55	
L	43		1.9	1.9	
A	0.07	50"	2.15	2.15	2.1
%T	86		2.25	2.25	

IG-4. Bentonita.

L	38		2.0	10.02	
A	0.087	10"	1.98	9.92	10.4
%T	82		2.25	11.27	
L	36		1.97	3.95	
A	0.077	25"	2.08	4.17	4.12
%T	84		2.11	4.24	
L	24		2.32	2.32	
A	0.06	50"	2.26	2.26	2.3
%T	87		2.32	2.32	

IG-5. Granito

L	86		0.95	4.75	
A	0.19	10"	0.88	4.4	4.4
%T	65		0.81	4.05	
L	45		1.85	3.7	
A	0.09	25"	1.95	3.9	3.8
%T	81		1.90	3.8	
L	17		2.48	2.48	
A	0.05	50"	2.37	2.37	2.45
%T	89.5		2.5	2.5	

IG-6. Basalto.

	Lectura	Alfucota	ppm de flúor	% de flúor	Promedio
L	46		1.82	9.1	
A	0.112	10ml	1.63	8.14	8.48
%T	77		1.64	8.2	
L	37		2.03	4.06	
A	0.09	25"	1.95	3.9	4.15
%T	82		2.25	4.5	
L	19		2.42	2.42	
A	0.04	50"	2.48	2.48	2.38
%T	91.5		2.26	2.26	

IG-7. Caolín.

L	40		1.96	9.8	
A	0.05	10"	2.37	11.85	11.46
%T	90		2.55	12.75	
L	37		2.04	4.08	
A	0.035	25"	2.55	5.1	4.82
%T	92		2.65	5.3	
L	35		2.06	2.06	
A	0.03	50"	2.60	2.60	2.46
%T	93.0		2.72	2.72	

IG-8. Olivino.

L	107		0.48	2.4	
A	0.24	10"	0.55	2.75	1.96
%T	57		0.15	0.75	
L	48		1.78	3.56	
A	0.11	25"	1.8	3.6	3.48
%T	77		1.65	3.3	
L	8		No se lee		
A	0.02	50"	2.7	2.7	2.8
%T	95.5		2.9	2.9	

4.-PORCIENTO DE R_2O_3 DETERMINADO EN LAS MUESTRAS.

Muestra	% de R_2O_3 total reportado (7).	% total de R_2O_3 obtenido experimentalmente	% de error
IG-1. Talco.	4.943	4.9	0
IG-2. Arena.	1.678	5.1	66
IG-3. Wollastonita,	2.938	2.9	0
IG-4. Bentonita.	21.776	21.0	0.6
IG-5. Granito.	14.934	14.8	0.6
IG-6. Basalto.	28.122	28	0.3
IG-7. Caolfn.	22.033	21.8	0.8
IG-8. Olivino.	12.076	12.08	0.03

V.-CONCLUSION.

Los resultados obtenidos en la elaboración de esta tesis llevaron a las siguientes conclusiones;

Hay una relación directa entre la cantidad de alúmina presente y el flúor retenido, según se muestra en la gráfica # 4.

La presencia de fluoruros residuales , durante el análisis de rocas es una interferencia para la determinación cuantitativa de los elementos estudiados en el presente trabajo, como conjunto de óxidos mezclados R_2O_3 .

La cantidad de flúor retenida por las muestras está dentro de un rango aceptable. Esto significa que no es suficiente, como para modificar los resultados de una manera importante,

VI.-BIBLIOGRAFIA.

- 1.-Bargalló, M. Tratado de Química Inorgánica Fundamental y Sistemática. 2a.ed. Editorial Porrúa, México(1972).
- 2.-Boltz, D.F. Colorimetric Determination of Nonmetals. Interscience Publishing, Inc. New York(1958).
- 3.-Burriel, M.F., Lucena C., F. y Arribas S., J. Química Analítica Cualitativa. 8a.ed. Editorial Paraninfo. Madrid (1972).
- 4.-Cotton, F.A. y Wilkinson, G. Química Inorgánica Avanzada Ed. Limusa. México (1974).
- 5.-Flashka, H.A., Barnard Jr, A.J. y Sturrock, P.F. Química Analítica Cuantitativa. V I. CECSA. México (1973).
- 6.-Hall, W.T. Química Analítica. Tomo I. Análisis Cualitativo. 9a. ed. Editorial UTEHA. México (1948).
- 7.-Obregón P., A. Métodos de Análisis Químico de Rocas y Materiales Similares. 2a.ed. UNAM México(1977).
- 8.-Obregón R., S.M. Determinación de Huellas de Flúor en Rocas. UNAM.México (1974).
- 9.-The Merck Index. 9th. ed. Merck and Co., Inc. New Jersey (1976).
- 10.-Vogel, A.I. A Text-book of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis. Longman. 4th.ed. London (1973).
- 11.-Walton, H.F. Principios y Métodos de Análisis Químico. 2a ed. Ed. Reverte Mexicana, S.A. México (1970).