

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
**Facultad de Ingeniería Química y**  
**Manufacturera**



**Estudio Técnico-experimental para la recuperación  
de Aluminio como Sulfato de Aluminio y Amonio a  
partir de una solución lixivante en U.P. Cerro Verde  
Minero Perú**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**NUÑEZ PONCE JUANA LUZ  
HUARAG VIDAL MAGDA GICELA**

**Lima - Perú**

**1989**

A mis queridos padres :

Juan P. Núñez Carpio

Luz Ponce de Núñez .

Como muestra de mi amor  
hacia ellos.

A mi hermano :

Fredy Núñez Ponce

Como muestra de cariño  
y gratitud.

A mis queridos padres

Víctor Huarag Sotomayor

Julia Vidal Blas de Huarag

Como muestra de amor

y gratitud.

## AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a la Empresa MINERU PERU S.A por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio y de manera especial a los Ingenieros José Vidalon, Jorge Picardo e Hipólito Rivas por la información brindada y su decidido apoyo en este proyecto.

Iguámente agradecemos a nuestro asesor el Ingeniero Oscar Justamente por sus valiosas sugerencias, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su ayuda en la publicación del presente trabajo, y a todos nuestros profesores por su dedicación puesta en brindarnos las enseñanzas que requiere nuestra formación profesional.



## INDICE

INTRODUCCION	1
CONCLUSIONES	2
RECOMENDACIONES	4
I. GENERALIDADES	
1.1 Planteamiento del Problema	5
1.2 Antecedentes	6
II. ESTUDIO DE MERCADO	
2.1 Usos Industriales	9
2.2 Descripción del Producto	10
2.3 Análisis de la Demanda	14
2.4 Análisis de la Oferta	16
2.5 Análisis de Precio	22
III. PRUEBAS EXPERIMENTALES Y DISCUSION DE RESULTADOS	
3.1 Características de la Materia Prima	28
3.2 Descripción del Proceso	30
3.3 Optimización de las Etapas del Proceso	32
3.3.1 Evaporación de la Materia Prima	32
3.3.2 Estudio de la Reacción	34
3.3.2.1 Termodinámica de la Reacción	35
3.3.2.2 Determinación de la cantidad óptima de Reactantes	39
3.3.2.3 Cinética de la Reacción	41
3.3.3 Evaporación para la Concentración de Alúmina	46
3.4 Obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio	49

3.4.1 Descripción del Proceso	49
3.4.2 Balance de Materia	51
3.5 Pruebas de Filtración al Vacío	55
3.6 Pruebas de Secado	57
3.7 Análisis Granulométrico	61
3.8 Pruebas de Coagulación-Floculación	64
3.8.1 Características del agua cruda del Río Rímac	66
3.8.2 Conceptos teóricos del Proceso de Coagulación-Floculación	68
3.8.3 Resultados de los Procesos Experimentales	80
IV. INGENIERIA DEL PROYECTO	
4.1 Balance de Masa	86
4.1.1 Balance de masa global	87
4.1.2 Balance de masa por equipos	89
4.2 Selección de Materiales de Construcción	90
4.3 Diseño de Equipos	95
4.3.1 Diseño de la Cancha de Evaporación	95
4.3.2 Diseño de Tanques Agitados	99
4.3.3 Diseño del Filtro al Vacío	111
4.3.4 Diseño del Secador	115
4.3.5 Diseño de Tanques de Almacenamiento	124
4.3.6 Diseño de Bombas	128
4.3.7 Diseño de Tuberías	132
V. EVALUACION ECONOMICA	
5.1 Inversión de Capital Fijo	136
5.2 Determinación de costos	141
5.3 Depreciación	142

5.4 Ingreso por ventas	144
5.5 Estado de pérdidas y ganancias	146
5.6 Flujo neto de fondos	148
5.7 Rentabilidad y tiempo de recupero	150
VI. APENDICE	
6.1 Difractograma del análisis espectrográfico de la materia prima	156
6.2 Resultado del análisis espectrográfico del producto	157
6.3 Norma de ITINTEC del Sulfato de Aluminio	170
6.4 Datos obtenidos de la Oficina de Información y Estadística del Ministerio de Economía y Finanzas.	174
6.5 Resultado del análisis espectrográfico de la materia prima	176
6.6 Descripción de los métodos de análisis químicos	177
6.7 Balance de cargas de la materia prima	192
6.8 Cálculos del balance de masa	193
6.9 Tabla de requerimientos del medio filtrante	196
6.10 Series de tamices U.S. y equivalencias en Tyler	196
6.11 Descripción de los ensayos de Coagulación- Floculación mediante la "Prueba de Jarras"	197
6.12 Propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados.	214
6.13 Función potencia y factores del exponente del Número de Froude	219
6.14 Tablas utilizadas en el diseño del filtro	220
6.15 Carta psicrométrica para el aire-vapor de agua	221

6.16 Figuras utilizadas en el diseño de la bomba de vacío	222
6.17 Dimensiones de las tuberías de acero normales	224
6.18 Cálculos del estimado del diseño de tuberías	225
6.19 Cálculo del consumo de energía eléctrica	228
6.20 Cálculo del consumo de agua	229
6.21 Referencias sobre los vendors de los equipos	230
6.22 Datos sobre operaciones financieras	232
6.23 Planos de la Planta	233
BIBLIOGRAFIA	236

## INTRODUCCION

En el presente trabajo se presenta el resultado del estudio Técnico-Experimental realizado para obtener el Sulfato de Aluminio y Amonio a partir de la solución lixiviante de la Unidad de Producción Cerro Verde - Minero Perú S. A.

Las pruebas experimentales se han realizado en el Laboratorio de Investigación de Química Aplicada de la Universidad Nacional de Ingeniería y en la ciudad de Arequipa lo que corresponde a la evaporación de la materia prima mediante la energía solar.

Asimismo, se realizaron pruebas de coagulación-floculación con el producto obtenido, en la Planta de Tratamiento de Agua de Lima obteniéndose resultados satisfactorios.

La Planta de Sulfato de Aluminio y Amonio está diseñada con una capacidad de 3 TM/día que permitirá abastecer el mercado de la región sur si se trabaja los tres turnos.

Finalmente se presenta la evaluación económica de la Planta diseñada la que muestra que la obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio a partir de la solución lixiviante es un proyecto rentable.

## CONCLUSIONES

La calidad del Sulfato de Aluminio y Amonio obtenido a partir de la solución lixivante en U.P. Cerro Verde es adecuado para ser utilizado principalmente en las Plantas de Tratamiento de agua e Industria Papelera, siendo por tanto un buen sustituto del Sulfato de Aluminio producido actualmente en el país.

La rentabilidad de la producción industrial del Sulfato de Aluminio y Amonio es óptima. La inversión inicial para la Planta de 3 TM/día y 10 años de vida útil es del orden de \$ 63,612, con un valor actual neto de \$ 33,456 y una tasa interna de retorno de 28%.

Con la capacidad de la Planta diseñada se puede abastecer el mercado de Arequipa trabajando en un turno y el mercado de toda la región sur si se trabaja los tres turnos. Además los datos que se obtengan en esta Planta servirán como base para el diseño y construcción de otra Planta de mayor tamaño que hará posible cubrir la demanda del mercado nacional.

Dada la actual escasez de divisas por la que atravieza la economía del país, la producción de Sulfato de Aluminio y

Amonio representa una alternativa importante por cuanto se dejará de importar la materia prima para la elaboración del producto actual del consumo nacional logrando un ahorro de divisas.

La implementación de este proyecto permitirá una mejor eficiencia para el proceso hidrometalúrgico de extracción del cobre, obtener mayores ganancias en la U. P. Cerro Verde y el desarrollo de la Industria en el país.

## SUGERENCIAS

- Por las conclusiones anteriormente expuestas consideramos necesario proceder a la implementación de la Planta diseñada.
- Es conveniente realizar gestiones con el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) para que se elabore la norma técnica nacional de fabricación del Sulfato de Aluminio y Amonio.
- Sería muy conveniente realizar un estudio técnico-experimental para recuperar el Magnesio del líquido remanente del proceso de obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio que tiene una concentración de Magnesio del orden de 29 gr/lt.
- Finalmente, se sugiere realizar visitas a las diferentes Plantas de Tratamiento de Agua de la región sur así como también a las Plantas de Industria Papelera en Lima para promocionar las ventas del Sulfato de Aluminio y Amonio.



## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo principal de la solución lixiviante comunmente llamada Raff es lixiviar el cobre, el mismo que es luego extraído de la solución en la Planta de Intercambio Iónico para posteriormente ser utilizado en la obtención del cobre electrolítico con 99.9% de pureza.

El proceso hidrometalúrgico mencionado ha permitido que la presencia de aluminio como otros elementos diferentes al cobre, que contaminan la solución lixiviante se vaya incrementando a través del tiempo llegando hasta una concentración de aluminio de 16 gr/lt. Este aluminio presente en la solución baja la eficiencia de dicho proceso por cuanto disminuye la capacidad de lixiviación de la solución y causa problemas de alta densidad, viscosidad y precipitaciones, por todas estas razones se vió la necesidad de extraer el aluminio de dicha solución.

## 1.2 ANTECEDENTES

Sabiendo que la Industria del Aluminio no se encuentra desarrollada en el Perú y las que existen actualmente lo hacen usando materia prima importada lo que ocasiona la fuga de divisas, y viendo la necesidad de extraer el aluminio de la solución lixivante para así mejorar la eficiencia del proceso hidrometalúrgico de obtención del cobre es que se realizaron estudios orientados a recuperar este aluminio los cuales puede dividirse en tres grupos:

A) Inicialmente se trató de obtener el Sulfato de Aluminio por evaporación de la materia prima, neutralización con Oxido de Calcio y luego de un enfriamiento se trituraba el producto para obtener el Sulfato de Aluminio granulado, el inconveniente de este proceso fue principalmente la contaminación del producto con Hierro y Magnesio, y además, la presencia de gran porcentaje de insolubles.

B) La finalidad de estas pruebas fue la obtención del Hidróxido de Aluminio que se utiliza como materia prima para la obtención del Oxido de Aluminio y éste a su vez para la obtención del

aluminio metálico, en estas pruebas los inconvenientes fueron: el alto consumo de soda caústica, se obtuvo un producto contaminado con Hierro y el alto costo por la energía requerida para obtener el Óxido de Aluminio.

C) Estas pruebas fueron orientadas a la obtención de Sulfato de Aluminio y Amonio utilizando como reactivo el Hidróxido de Amonio, el cual se hace reaccionar durante tres horas, luego de separarlo por centrifugación se obtiene dicho producto; el inconveniente principal fue su elevado costo debido al precio del Hidróxido de Amonio.

De los diversos estudios realizados se encontró que el producto de mejor calidad era el Sulfato de Aluminio y Amonio, el cual tiene un gran mercado en especial en las ~~plantas~~ plantas de Tratamiento de Agua, y en la Industria Papelera, razón por la cual se decidió realizar el presente estudio Técnico-Experimental para determinar las condiciones óptimas de cada una de las etapas del proceso, utilizando como reactivo ya no el hidróxido de Amonio sino el Sulfato de Amonio por ser más económico.

Antes de empezar el estudio se contactó con el Ing. Efraín Zúñiga, Gerente de Planeamiento y

Desarrollo de la Empresa Fertilizantes Sintéticos S.A. (FERTISA), para tratar sobre el abastecimiento de Sulfato de Amonio, quien garantizó un normal abastecimiento hasta de 20 TM/mes, cantidad suficiente para ser utilizada en la Planta en estudio.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO

Actualmente en el Perú no se produce Sulfato de Aluminio y Amonio, que es un producto sustituto del Sulfato de Aluminio. El estudio se realizó a nivel nacional y para ello se ha utilizado datos históricos del Sulfato de Aluminio ya que sus aplicaciones en la industria nacional son las mismas que las de Sulfato de Aluminio y Amonio.

#### 2.1 USOS INDUSTRIALES

Dentro de los usos ~~comunes~~ del Sulfato de Aluminio y del Sulfato de Aluminio y Amonio tenemos: como coagulante para remover o separar la turbiedad en las Plantas de Tratamiento de Agua, en la industria Papelera para el apresto de papel y regulador de pH y como mordiente de colorantes en la industria

Textil. Además, el Sulato de Aluminio y Amonio se puede utilizar en medicina y en el tratamiento de pieles.

De todos los usos mencionados los que ocupan mayor área del mercado son las Plantas de Tratamiento de Agua y la Industria Papelera.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto a ofertar tiene las siguientes características:



Aspecto : Sólido granulado

Color : Blanco

Concentración de Aluminio (%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : 11.0%

Concentración de ~~AlNH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O~~ = 98.5%

Concentración de Hierro total (%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : 0.4%

Basicidad (%SO<sub>3</sub>) : 0.065

Insolubles en agua : 0.09

Ph (10%) = 3.0

(\*) Este resultado ha sido determinado por difracción de Rayos X y el difractograma se muestra en el apéndice 6.1

Granulometría :

- Pasa malla 60 (250  $\mu$ m) = 52%
- Sobre malla 60 (250  $\mu$ m) = 32%
- Retención en otras mallas = 16%

No tiene sustancias orgánicas ni pesadas como : arsénico, cadmio, mercurio, plomo y cianuro, metales que pueden producir efecto nocivo a la salud pública, lo que se puede verificar con el resultado del análisis espectrográfico que se muestra en el apéndice 6.2

En la actualidad no existen normas en el país para el Sulfato de Aluminio y Amonio, por lo que poder evaluar la calidad del producto se ha tomado como referencia las normas del Sulfato de Aluminio y la del Sulfato de Aluminio y Amonio de la India.

A continuación se presenta los requisitos del Sulfato de Aluminio según : la norma IS:151-1969, IS:1095, la norma de la American Water Works Association, (AWWA 2403-82) y la norma técnica de la Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, del Brasil (NTE-012), y los requerimientos del Sulfato de Aluminio y Amonio según la norma IS:257-1969 de la India.

NORMAS DEL SULFATO DE ALUMINIO

REQUISITOS DE Al (SO <sub>4</sub> ) 2 4 3	NORMA ITINTEC		NORMA ABWA	NT-01
	Tipo A	Tipo B		
ASPECTO	Sólido Granulado	Sólido Granulado	Sólido Granulado	Sólido Granulado
COLOR	Blanco	Amarillento	Amarillento	Amarillento
Aluminio (%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 2 2	17.0 mín.	15.0 mín.	17.0 mín.	15.0 mín.
Basicidad (%SO <sub>4</sub> ) 3	0.5	0.5	0.5 máx (*)	0.5 máx.
Hierro Total (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 2 3	0.05 máx	0.5 máx	0.75 máx	2.5 máx.
Insolubles en agua (%)	0.10 máx	5.0 máx	10.0 máx	10 máx
Granulometría en (%)				
Residuo sobre tamiz ITINTEC				
4.76 mm (N.4)	0			
2.00 mm (N.10)	15 + - 5			
420u (N.40)	55 + - 5			
Pasa tamiz ITINTEC				
420u (N.40)	25 + - 5			

(\*) Esta norma establece que el grado de acidez o basicidad del Sulfato de Aluminio está sujeto al acuerdo entre el vendedor y el comprador, y, el valor que se presenta es el que utilizan en la Planta de Tratamiento de Agua de Lima.



NORMAS DEL SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO

No.	CARACTERISTICAS	REQUERIMIENTOS POR GRADO			METODO DE PRUEBA
		TECNICO	PURO	REACTIVO	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
i)	Sulfato de Aluminio y Amonio (Al (SO) <sub>2</sub> 4 3 (NH) <sub>4</sub> 2 4 2 (% peso, mín.)	99.0	99.0	99.5	A - 2
ii)	Materia insoluble en agua (% peso, máx.)	0.15	0.02	0.01	A - 3
iii)	Alcalinidad (% peso, máx.)	0.50	0.50	0.15	A - 4
iv)	Arsénico (As O) <sub>2</sub> 3 (ppm, máx.)	----	5	3	A - 5
v)	Cloruro (Cl <sup>-</sup> ) (% peso, máx.)	----	----	0.004	A - 6
vi)	Fluoruro (F <sup>-</sup> ) (% peso, máx.)	----	0.003	----	A - 7
vii)	Metales pesados (Pb) (% peso, máx.)	----	0.002	0.001	A - 8
viii)	Hierro (Fe) (% peso, máx.)	0.006	0.002	0.001	A - 9
ix)	Selenio (Se) (% peso, máx.)	----	0.003	----	A - 10
x)	pH, mín	2.9	2.9	3.9	A - 11

Comparando las características del Sulfato de Aluminio y Amonio con las normas del Sulfato de Aluminio se ve que difieren en la concentración de alúmina que es menor y comparándola con la norma de la India se ve que cumple con los requerimientos del grado Técnico siendo su concentración como Sulfato de Aluminio y Amonio algo inferior (98.5%)

### 2.3 ANALISIS DE LA DEMANDA

Para determinar la demanda del Sulfato de Aluminio y Amonio, se realizó un estudio de campo en las Plantas de Tratamiento de Agua y la Industria Papelera puesto que son las áreas donde más se utiliza el Sulfato de Aluminio, los resultados se muestran a continuación :

<u>EMPRESA</u>	<u>CANTIDAD (TM/MES)</u>	<u>TM/año</u>
<u>Plantas de tratamiento de agua:</u>		
SEDAPAR	-----	2,000
SEDAPAL	-----	10,000
Otras ciudades	-----	3,000
<u>Industrias Papeleras:</u>		
Paramonga	220	2,640
Papelera Atlas S.A.	20	240
Papelera Santa Lucía	20	240
Manufacturera Papelera y cartones S.A.	14	168
Industria Peruana S.A.	8	96
Papelera Unicel	3	36
		-----
	TOTAL :	18,420 TM/año

## 2.4 ANALISIS DE LA OFERTA

El cuadro siguiente muestra la producción y el valor de las ventas totales del Sulfato de Aluminio:

CUADRO 2.1: Producción y ventas del Sulfato de Aluminio

AÑO	Producción (Kg)	Ventas (Kg)
1,980	20'430,650	19'704,590
1,981	17'612,050	16'840,181
1,982	13'387,520	14'154,830
1,983	23'239,146	23'961,954
1,984	16'802,215	14'994,880
1,985	12'047,640	12'228,897
1,986	12'987,126	11'987,126

FUENTE: Oficina de Estadística del Ministerio de Industria Turismo e Integración.

El valor de las ventas a nivel Nacional será calculado con la siguiente fórmula

Venta Nacional= Ventas totales - Exportaciones

El valor de las exportaciones se muestra en el siguiente cuadro :

CUADRO 2.2: Exportación del Sulfato de Aluminio

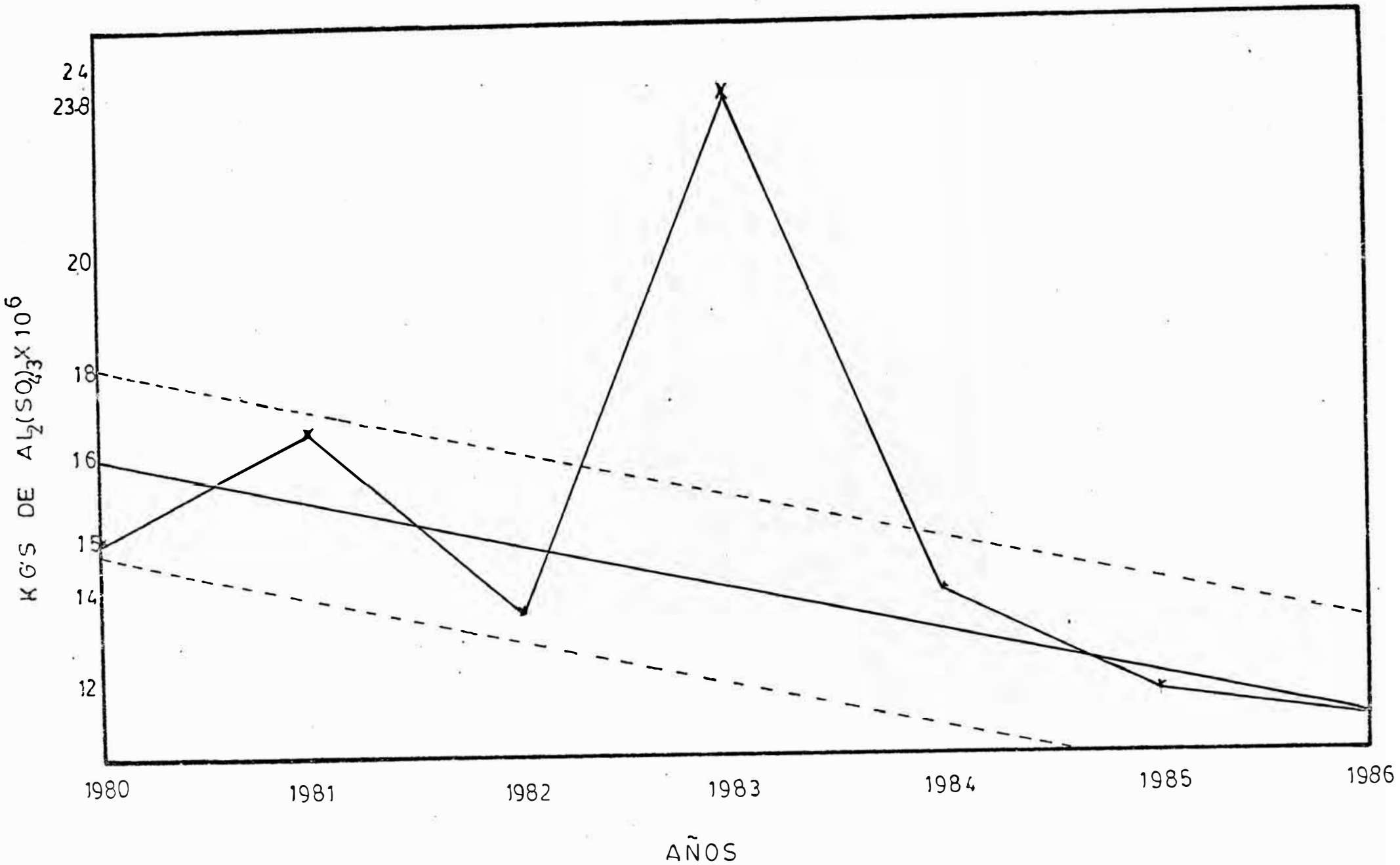
AÑO	Exportación (Kg)	Valor (\$)
1,980	4'819,200	594,914
1,981	---	---
1,982	640,057	108,321
1,983	114,330	21,146
1,984	1'121,347	204,903
1,985	122,749	23,950
1,986	---	---

FUENTE : Oficina de Informática y Estadística del Ministerio de Economía y Finanzas.

Luego, la cantidad de Sulfato de Aluminio vendida a nivel nacional es la siguiente :

CUADRO 2.3: Ventas del Sulfato de Aluminio

AÑO	Venta Nacional (Kg)
1,980	14'885,390
1,981	16'840,181
1,982	13'514,773
1,983	23'840,624
1,984	13'873,533
1,985	12'106,148
1,986	11'987,126



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 BIBLIOTECA  
 FIG 2.1 VARIACION DE VENTAS EN FUNCION DEL TIEMPO

Con los valores del cuadro 2.3 se realizó la figura 2.1.

Análizando el gráfico anterior, sin considerar el valor de la venta de 1,983 debido a que su alto valor se debió a razones circunstanciales que fueron las inundaciones que tuvieron lugar en el Norte del país, que hicieron elevar el consumo de las Plantas de Tratamiento de Agua de Tumbes, Sullana, Lambayeque y Chimbote, se observa que, las ventas realizadas por la Empresa Rayón Industrial S.A. tiene una tendencia decreciente que cumple el siguiente modelo lineal.

$$\text{Ventas}_t = 20772235 - 112620 T_t$$

Desviación Standard : 4'321,613 Kg

Esta tendencia decreciente de la ventas se verifican con los datos sobre importación de la Bauxita que es materia prima del Sulfato de Aluminio tipo B, los cuales muestran que la mayor importación se realizó en el año de 1,983 a partir del cual la importación también disminuye. Esto se puede apreciar en el Cuadro 2.4.

CUADRO 2.4: Importación de Bauxita

AÑO	Importación de Bauxita (TM)
1,980	833.1
1,981	705.6
1,982	1,574.6
1,983	4,097.5
1,984	1,029.3
1,985	1,720.3
1,986	1,278.3
1,987	528.1

FUENTE: Estos valores han sido determinados a partir de los datos obtenidos de la Oficina de Informática y Estadística del Ministerio de Economía y Finanzas que se presenta en el apéndice 6.4.



Dentro de los factores que han contribuido a que las ventas que realiza la Empresa Rayón Industrial S.A. tenga una tendencia decreciente se encuentra la variación del precio de este producto, que en los últimos años ha ido en continuo aumento como se muestra en el análisis de precios que se presenta posteriormente, este aumento en el precio ha ocasionado que, la empresa más grande de Tratamiento de Agua (SEDAPAL), a la cual corresponde el mayor consumo de este producto, haya ido sustituyendo el Sulfato de Aluminio por el Cloruro Férrico fabricado por la Empresa Química del Pacífico S.A. y por polímeros, siendo lo más usados los polímeros catiónicos Nalcolites B103 y el Catfloc T que los importan de Estados Unidos y de Colombia; otros de los motivos de la sustitución del Sulfato de Aluminio por el Cloruro Férrico en Sedapal es el problema del mal abastecimiento por parte de la Empresa Rayón Industrial S.A. que muchas veces no cumple con los pedidos sucediendo lo contrario con la Empresa Química del Pacífico S.A. quien abastece regularmente he incluso llega a cubrir los pedidos que no son cumplidos por la Empresa Rayón Industrial S.A.

## 2.5 ANALISIS DEL PRECIO

En los últimos años el precio del Sulfato de Aluminio ha ido en continuo aumento tal como se aprecia en el cuadro siguiente:

CUADRO 2.5: Verificación de precios del Sulfato de Aluminio

FECHA	PRECIO (l/Kg) (sin imp)
26/9/84	1.72
17/6/85	2.33
23/4/86	3.55
9/1/87	5.51
7/4/88	5.31

El precio del Cloruro Férrico es menor que el del Sulfato de Aluminio siendo su valor al 7/4/88 de 5.00 l/Kg.

El precio de los polimeros catiónicos al 19/4/88 es de 67 \$/lb, precio bastante elevado comparado con las del Sulfato de Aluminio y del Cloruro Férrico, pero, éste es compensado por la pequeña dosis que se utiliza que es de 0.3 - 0.5 ppm, dependiendo de la

turbidez del agua, y además, el polímero aumenta la eficiencia de la clarificación del agua, puesto que, además de ser coagulante tiene poder de floculación, motivo por el cual, cuando se trabaja con Sulfato de Aluminio o Cloruro Férrico también se utiliza una pequeña dosis de este producto.

Este aumento en los precios del Sulfato de Aluminio puede atribuirse en parte a la inflación existente en nuestro país y a que el precio de la materia prima, la Bauxita ( $Al_2O_3 \cdot 2.5H_2O$ ), que mayormente la importan de Francia también ha ido en continuo aumento como se puede apreciar en los datos que se muestra a continuación:

DATOS HISTORICOS SOBRE IMPORTANCIA DE BAUXITA PARA EL PERIODO 1983-1987.

CUADRO NRO. 1: Importación de 1,983

PAIS	CANTIDAD	%IMP	FOB (\$/TM)	CIF (\$/TM)
Francia	4056	99.00	19.06	28.57
Yugoslavia	20	0.49	240.00	380.00
España	20	0.49	100.00	160.00
Italia	1.5	0.02	200.00	266.66

CUADRO NRO. 2: Importación de 1,984

---

PAIS	CANTIDAD (TM)	%IMP.	FOB(\$/TM)	CIF (\$/TM)
Francia	804.6	78.2	24.98	38.28
EE.UU.	96.0	9.3	120.83	252.08
Países B.	81.6	7.9	285.54	346.81
Yugoslavia	22.5	2.2	213.33	337.78
España	20.6	2.0	101.94	165.05
Alemania O.	4.0	0.4	275.00	350.00

---

CUADRO NRO. 3: Importación de 1985

---

PAIS	CANTIDAD (TM)	% Imp.	FOB(\$/TM)	CIF (\$/TM)
Francia	1630.3	94.77	35.27	51.09
Yugoslavia	90.0	5.23	98.89	177.78

---

CUADRO NRO.4: Importación de 1986

PAIS	CANTIDAD (TM)	% Imp.	FOB (\$/TM)	CIF (\$/TM)
Francia	1206.0	94.3	55.55	77.03
Yugoslavia	22.5	1.8	195.55	337.78
Brasil	18.9	1.5	317.46	439.15
España	10.5	0.8	219.05	333.33
Bélgica	10.2	0.8	578.43	715.69
Países Bajos	10.2	0.8	578.43	715.69

CUADRO NRO.5: Importación de 1987

PAIS	CANTIDAD (TM)	% Imp.	FOB (\$/TM)	CIF (\$/TM)
Francia	433.5	82.1	111.19	157.09
Estados U.	51.7	9.8	263.06	413.93
Yugoslavia	22.5	4.3	195.55	288.89
Países Bajos	20.4	3.8	568.63	730.39

CUADRO NRO. 6: Importación de Bauxita de Francia - Porcentaje de aumento del precio y del flete.

ANO	% Imp.	FOB (\$/TM)	% Aumento (FOB)	CIF (\$/TM)	Flete (\$/TM)	% Aumento flete
1983	99.0	19.06	-	28.57	9.51	-
1984	78.2	24.98	31.16	38.28	13.30	39.85
1985	94.8	35.27	41.19	51.09	15.82	18.94
1986	94.3	55.55	57.50	77.03	21.48	35.78
1987	82.1	119.19	100.06	157.09	45.90	113.65

FUENTE: Oficina de Informática y Estadística del  
Ministerio de Economía y Finanzas.

## CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO

- El Sulfato de Aluminio y Amonio ( $\text{AlNH}_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) es un buen sustituto del Sulfato de Aluminio ( $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ).
- Las ventas de Sulfato de Aluminio realizada por la Empresa Rayón Industrial S. A. tiene una tendencia decreciente lo que se atribuye en parte al continuo incremento de sus precios, y ésto hace que sea más fácil poder competir con esta Empresa ya que el Sulfato de Aluminio y Amonio que será producido tendrá un precio menor aún considerando la equivalencia correspondiente a su concentración de Aluminio.
- Considerando una penetración en el mercado nacional de 50%, la demanda que se deberá cubrir es de 9210 TM/año para lo que será necesario instalar una planta Industrial de una capacidad de 31 TM/día.
- Para abastecer el mercado de Arequipa con una penetración de 50% se requiere una capacidad de planta de 3 TM/día.

## CAPITULO III

### PRUEBAS EXPERIMENTALES Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las pruebas experimentales se realizaron en primer lugar, para optimizar cada una de las etapas del proceso de obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio, luego para obtener el producto en si y por último se realizaron pruebas de coagulación-floculación para ver sus cualidades y rendimiento como coagulante comparado con el del Sulfato de Aluminio tipo B de Rayón Industrial S.A.

#### 3.1 CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima es una solución ácida, proveniente de la Planta de Intercambio Iónico y que es utilizada para lixiviar los minerales de Cerro Verde. Debido a que esta solución es recirculada, la concentración de los cationes diferentes al cobre ha ido incrementándose a través del tiempo, encontrándose en mayor cantidad el Aluminio,



Magnesio y Hierro tal como se muestra en el análisis espectrográfico, en el apéndice 6.5

El análisis físico-químico de la materia prima dió el siguiente resultado:

CUADRO 3.1: Composición de la Materia Prima

Compuesto	Concentración (gr/lt)	Nro. de Moles
<sup>-2</sup> SO <sub>4</sub>	140.2	1.460
CL <sup>-</sup>	0.41	0.013
<sup>+3</sup> AL	16.3	0.604
<sup>+2</sup> Mg	11.5	0.473
Fe <sup>+2</sup>	2.6	0.046
Cu <sup>+2</sup>	0.132	0.002
Densidad	1.15 gr/ml	
pH	1.3	

Los métodos de análisis como el balance de cargas se muestra en los apéndices 6.6 y 6.7 respectivamente.

La presencia de Aluminio en las soluciones lixiviantes se debe a los feldespatos como la Ortoza (KAlSi<sub>3</sub>), Albita (NaAlSi<sub>3</sub>), Anorita (CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>), y la Serécita (producto de la alteración de los feldespatos) que son constituyentes de los minerales de Cerro Verde.

Dentro de los productos de alteración de los feldespatos el que se encuentra en mayor cantidad es la muscovita ( $AlSiK_3.12(OH)_2$ ).

### 3.2 DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso de obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio esta basado en el método común de obtener alumbres, que consiste en hacer reaccionar el Sulfato de Aluminio con otra sal que contenga el catión que deseamos forme parte de la molécula de alumbre, así por ejemplo, el alumbre sódico ( $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) se produce con Sulfato de Aluminio mediante la adición de una solución clara de Sulfato de Sodio, en este caso, para la obtención de alumbre amoniacal ( $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) se hace reaccionar el Sulfato de Aluminio presente en la materia prima con el Sulfato de Amonio, evaporando previamente la materia prima con el fin de aumentar la concentración de Aluminio y así obtener el mayor rendimiento de la reacción, luego de esto, se separa el producto obtenido mediante centrifugación o filtración y posteriormente se seca.

Se han realizado pruebas para obtener dos tipos de productos: El Sulfato de Aluminio y Amonio con 11%  $Al_2O_3$  y el Sulfato de Aluminio y Amonio con 15%  $Al_2O_3$  que es parcialmente deshidratado, esto se

realizó con la finalidad de poder obtener un producto que tenga una concentración de Aluminio muy similar a la del Sulfato de Aluminio tipo B, la descripción detallada de los procesos de obtención de estos productos se hará seguidamente a la descripción de la optimización de cada una de las etapas del proceso.

En la figura 3.1 se presenta el diagrama del proceso.

### 3.3 OPTIMIZACION DE LAS ETAPAS DEL PROCESO

#### 3.3.1 EVAPORACION DE LA MATERIA PRIMA

La finalidad de esta operación es aumentar la concentración de la materia prima, esta prueba se efectuó realizando evaporaciones de 50, 55, 60 y 65% en volumen, partiendo de 400 ml de solución, luego de la evaporación que se realizó en forma lenta en la plancha eléctrica se hizo enfriar la muestra y se procedió a medir su densidad encontrándose los siguientes resultados.

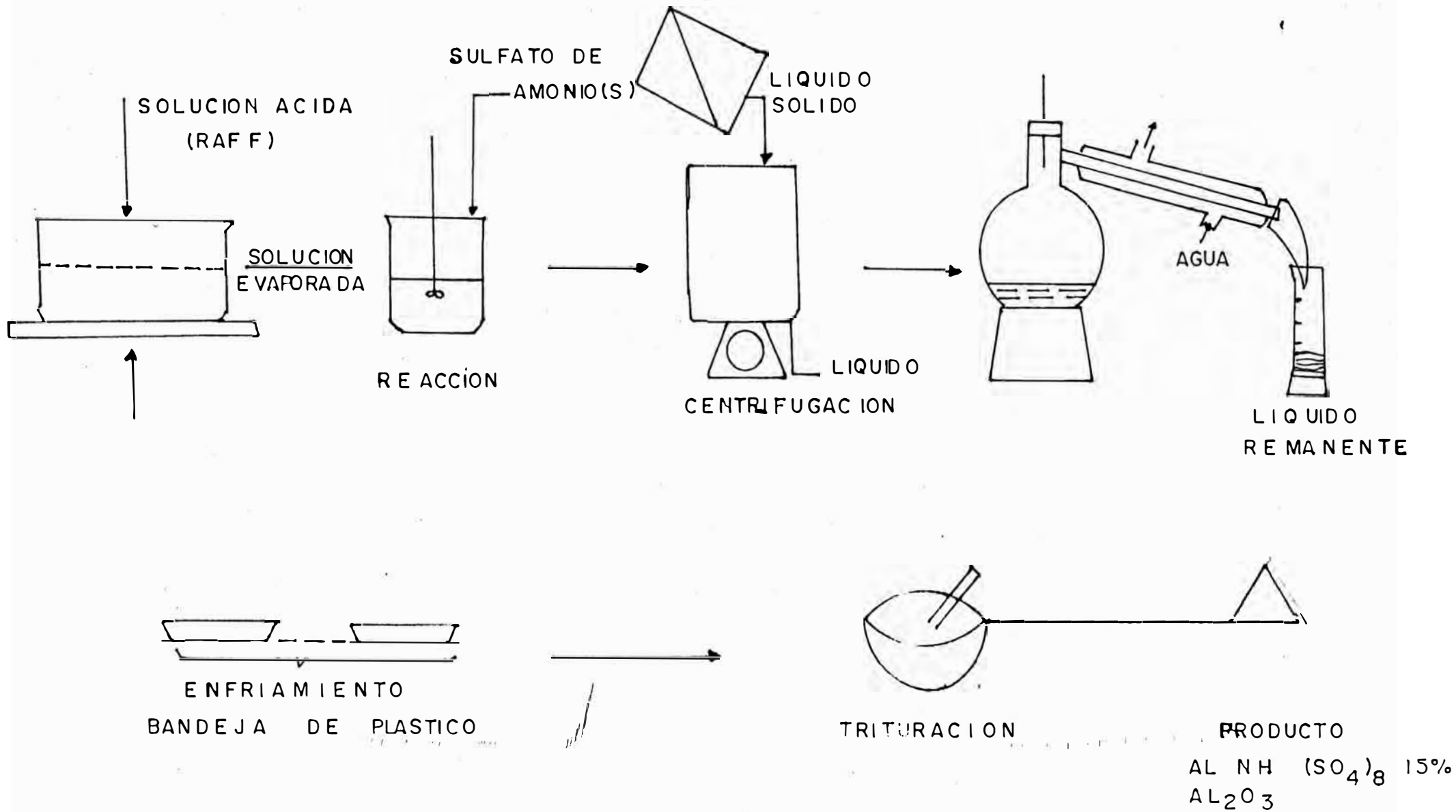


FIG 3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO EN EL LABORATORIO

CUADRO 3.2: Pruebas de Evaporación de la materia prima

Nro.de Prueba	% Evap	Densidad (gr/ml)	Vi (ml)	Vf (ml)
1	50	1.30	400	200
2	55	1.33	400	180
3	60	1.34	400	160
4	65	-----	400	140

Con estos resultados se vió que sólo era posible evaporar hasta un 60% en volumen ya que para una mayor evaporación la solución fría ya no es fluida sino, tiene consistencia pastosa difícil de manejar, razón por la cual no se midió la densidad.

Luego, la máxima evaporación que se puede obtener es un 60% en volumen quedando fijada por su densidad de 1.34 gr/ml.

### 3.3.2 ESTUDIO DE LA REACCION

El estudio de la reacción se realizó en tres partes, primeramente el estudio termodinámico para tener la certeza que la reacción ocurrirá , luego la determinación de la

cantidad óptima del reactante (Sulfato de Amonio), y posteriormente se realizó el estudio cinético para determinar el tiempo en el cual se puede considerar terminada la reacción.

### 3.3.2.1 TERMODINAMICA DE LA REACCION

Este estudio involucra los conceptos de actividad y energía libre de Gibbs.

La actividad es un término que indica cuán activa es una sustancia, mientras que la concentración sólo nos indica la densidad másica.

La actividad de un componente  $i$  se relaciona con la concentración mediante la siguiente fórmula :

$$a_i = \gamma_i C_i \dots\dots\dots (1)$$

Siendo :

$\gamma_i$  : coeficiente de actividad

y, para el caso de soluciones ideales es uno.

La energía libre de Gibbs es una propiedad termodinámica muy importante.

para ver si una reacción es espontánea o no y está dada por:

$$G = H - T \Delta S \dots\dots\dots(2)$$

Donde :

G: Energía libre (cal/mol)

H: Entalpía (cal/mol)

T: Temperatura (°K)

S: Entropía (cal/mol °K)

El potencial químico viene dado por :

$$u_i = u_i^\circ + RT \ln a_i \dots\dots\dots(3)$$

Donde :

$u_i^\circ$  : Potencial químico a condiciones standard del componente i.

También :

$$G = \sum_i V_i u_i \dots\dots\dots(4)$$

Donde :

$V_i$  = coeficiente estequiométrico del componente i.

Reemplazando (3) en (4) se obtiene :

$$G = \sum_i (V_i u_i^\circ + V_i RT \ln a_i) \dots\dots(5)$$

Donde :

$$\sum_i V_i u_i^\circ = G^\circ \dots\dots\dots(6)$$

$$\sum_i V_i \ln a_i = \ln \pi a_i - V_i = \ln K \dots\dots(7)$$

Siendo  $G^\circ$  la energía libre standard del sistema,  $K$  una relación de estabilidad basada en la ley de acción de masas, la cual nos provee una medida de la extensión a la cual el sistema es desplazado desde una posición de equilibrio.

Reemplazando (6) y (7) en (5) se tiene :

$$G = G^\circ + RT \ln K \dots\dots\dots(8)$$

En el equilibrio  $G = 0$  luego :

$$G^\circ = - RT \ln K$$

Y, para una reacción la energía libre standard de reacción es:

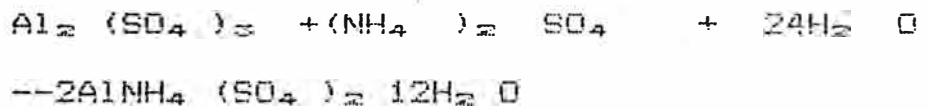
$$G^\circ_r = \sum G^\circ_f\text{-productos} - \sum G^\circ_f\text{-reactantes}$$



Siendo

$G^{\circ}f$  : energía libre standard de formación, y la reacción será espontánea sólo si  $G^{\circ}r$  es negativo.

Para la reacción entre el Sulfato de Aluminio y Sulfato de Amonio tenemos lo siguiente :



$$G^{\circ}f \text{ Al}_2 (\text{SO}_4)_3 = - 739.59 \text{ Kcal/ mol.}$$

$$G^{\circ}f (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 = - 215.06 \text{ Kcal/ mol}$$

$$G^{\circ}f \text{ H}_2\text{O} = -56.69 \text{ Kcal/mol}$$

$$G^{\circ}f \text{ AlNH}_4 (\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O} = - 1179.26 \\ \text{Kcal/mol}$$

Luego :

$$G^{\circ}r = - 2(1179.26) - (-739.59 - 215.06 - \\ 24*56.69)$$

$$G^{\circ}r = - 43.31 \text{ Kcal/ mol}$$

Por lo tanto, se puede afirmar que la reacción entre el Sulfato de Aluminio y el Sulfato de Amonio será espontánea.

### 3.3.2.2 DETERMINACION DE LA CANTIDAD OPTIMA DEL REACTANTE

Para la determinación de la cantidad óptima de Sulfato de Amonio que se deberá utilizar se realizó pruebas con diferentes cantidades en exceso del reactante, no se realizó la prueba con las cantidades estequiométricas teniendo como base la ley de Lechatelier que dice que cuando se agrega un exceso de reactante la reacción tiende más hacia la derecha.

Se realizaron pruebas para el 3, 10 y 20% en exceso con un volumen inicial de 400 ml. de solución evaporada. La reacción se realizó en vasos de 250 ml. a temperatura ambiente con una agitación de 560 RPM y por un tiempo de tres horas, se utilizó un agitador tipo hélice de acero inoxidable de 3cm. de diámetro.

Los resultados se muestran en el cuadro siguiente :

CUADRO 3.3: Pruebas de rendimiento de reacción

Descripción	No. de prueba		
	1	2	3
% exceso	3	10	20
Al presente	16.3	16.3	16.3
SO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	18.4	19.6	21.4
Peso de producto centrifugado	105	107.3	108.1

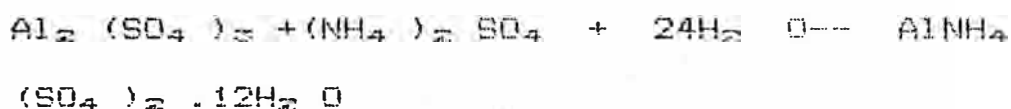
La reacción es exotérmica ya que la temperatura inicial de la mezcla que fue 24 °C luego de media hora de reacción se elevó a 31 °C.

Según los valores mostrados en el cuadro 3.3 se observa que, la variación del peso del producto centrifugado es mayor del 3 al 10% que del 10 al 20%, por lo que es conveniente un exceso de 10%. Esto también es favorable si se tiene en cuenta que el precio del Sulfato de Aluminio y Amonio es muy superior al del Sulfato de Amonio y un exceso de éste contribuye a obtener un mayor producto.

### 3.3.2.3 CINÉTICA DE LA REACCIÓN

De acuerdo al difractograma que se muestra en el apéndice 6.2 se observa que la reacción da lugar a la formación de  $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

Reacción Química:



$$T = 0, \quad n_{A0} \quad n_{B0} \quad 0$$

$$T = T_r, \quad n_A \quad n_B \quad n_C$$

Considerando que la reacción es de segundo orden es decir que depende tanto de la concentración del Sulfato de Aluminio y del Sulfato de Amonio la velocidad de reacción para el Sulfato de Aluminio es :

$$-\frac{dC_A}{dt} = K C_A C_B$$

Donde :

$C_A$  : Concentración del Sulfato de Aluminio (mol/lit)

$C_B$  : Concentración del Sulfato de Amonio (mol/lit)

A través del tiempo las concentraciones varían según se muestra en la siguiente figura :

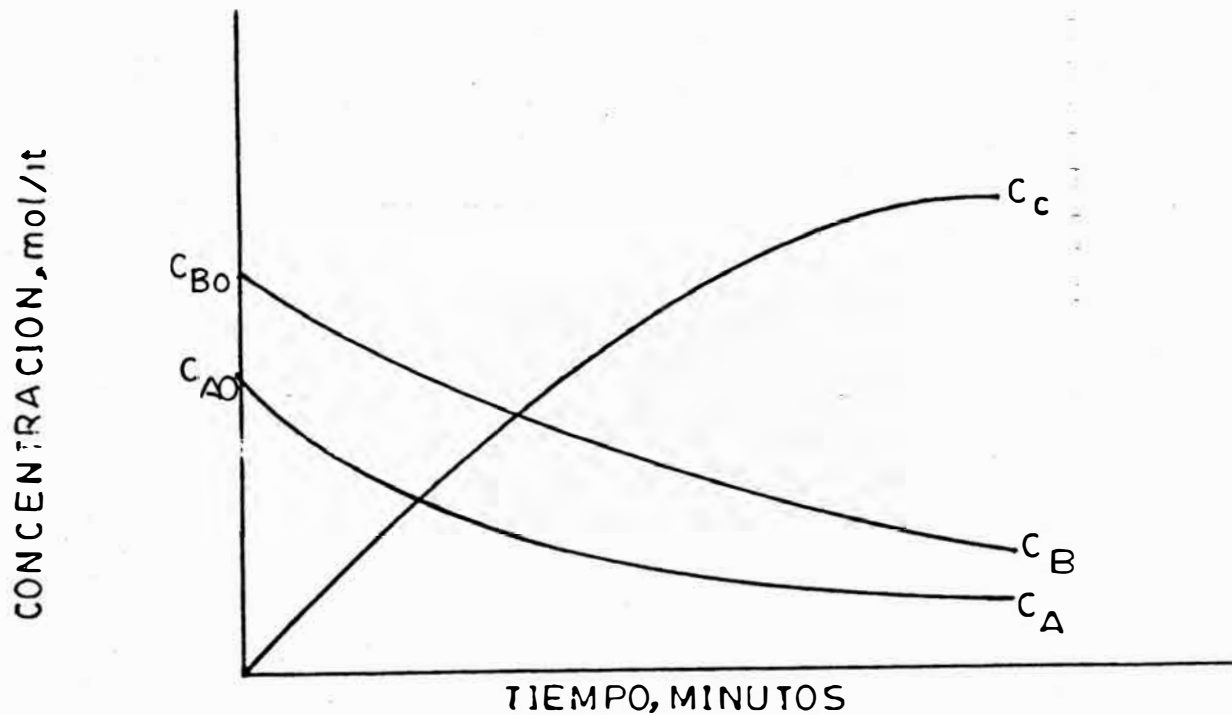


FIG 3.2 VARIACION DE LA CONCENTRACION Vs TIEMPO

Aquí se puede observar que la concentración del Sulfato de Aluminio y Amonio ( $C_C$ ) aumenta en el tiempo, hasta llegar a un valor constante en el equilibrio.

Para determinar el tiempo óptimo de reacción se efectuaron pruebas para 1/4, 1/2, 1, 2 y 3 horas de reacción, utilizando 150ml de solución evaporada y

10% en exceso de Sulfato de Amonio, luego de la reacción, se separó el producto mediante centrifugación obteniéndose un sólido casi seco, que se colocó en el desecador durante 24hrs, luego del cual se determinó su concentración de Aluminio.

Para determinar su humedad se tomó una muestra de 3gr del producto obtenido con 1/4 hr. de reacción y se dejó también en el desecador durante 24 hrs., encontrándose que tenía una humedad de 0.44%.

El resultado de las pruebas se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 3.4: Pruebas para determinar el tiempo óptimo de reacción

Nro. Prueba	Tiempo de reacción (hr)	Peso de solido (gr)	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	1/4	71.0	11.08
2	1/2	71.5	11.14
3	1	72.0	11.16
4	2	72.0	11.23
5	3	72.0	11.22

Con los valores obtenidos se calculó el avance de la reacción, así, para la prueba Nro.1 se tiene:

Peso de sólidos centrifugados = 71 gr.

Humedad = 0.44 %

Peso de sólidos secos = 70.7 grs.

%  $Al_2O_3$  del producto = 11.08 %

%  $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$  = 98.5 %

Peso del producto obtenido =  $70.7 * 0.985$   
 = 69.6 grs.

Peso del producto para una reacción completa =  $453.33 N_{Al-1}$

Donde :

$N_{Al-1}$  = moles de Aluminio presente en la solución antes de la reacción.

$$N_{Al-1} = \frac{C_1 * V_1}{27} = \frac{16.3 * 0.3}{27} = 0.181$$

Luego :

Peso del producto para una reacción completa =  $0.181 * 453.33 = 82.1$  grs.

El avance de la reacción esta dado por :

$$\text{avance} = \frac{\text{Peso del producto}}{\text{de reac. Peso del prod. para la reac. completa}}$$

$$\text{avance de la reacción} = \frac{69.6}{82.1} = 0.85$$

De manera análoga se calculó los avances de la reacción para las demás pruebas encontrándose los siguientes resultados :

CUADRO 3.5: Peso del producto

Nro.de Prueba	Tiempo Rxn(hr)	W sól. (centrif) (gr)	W sól. (seco) (gr)
1	1/4	71.0	70.7
2	1/2	71.5	71.2
3	1	72.0	71.7
4	2	72.0	71.7
5	3	72.0	71.7

CUADRO 3.6: Avance de la reacción

Nro.de Prueba	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%AlNH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) .12H <sub>2</sub> O	Avance de reacción
1	11.08	98.5	0.85
2	11.14	99.0	0.86
3	11.16	99.2	0.86
4	11.23	99.8	0.87
5	11.22	99.7	0.87



Con estos valores se realizó la figura siguiente:

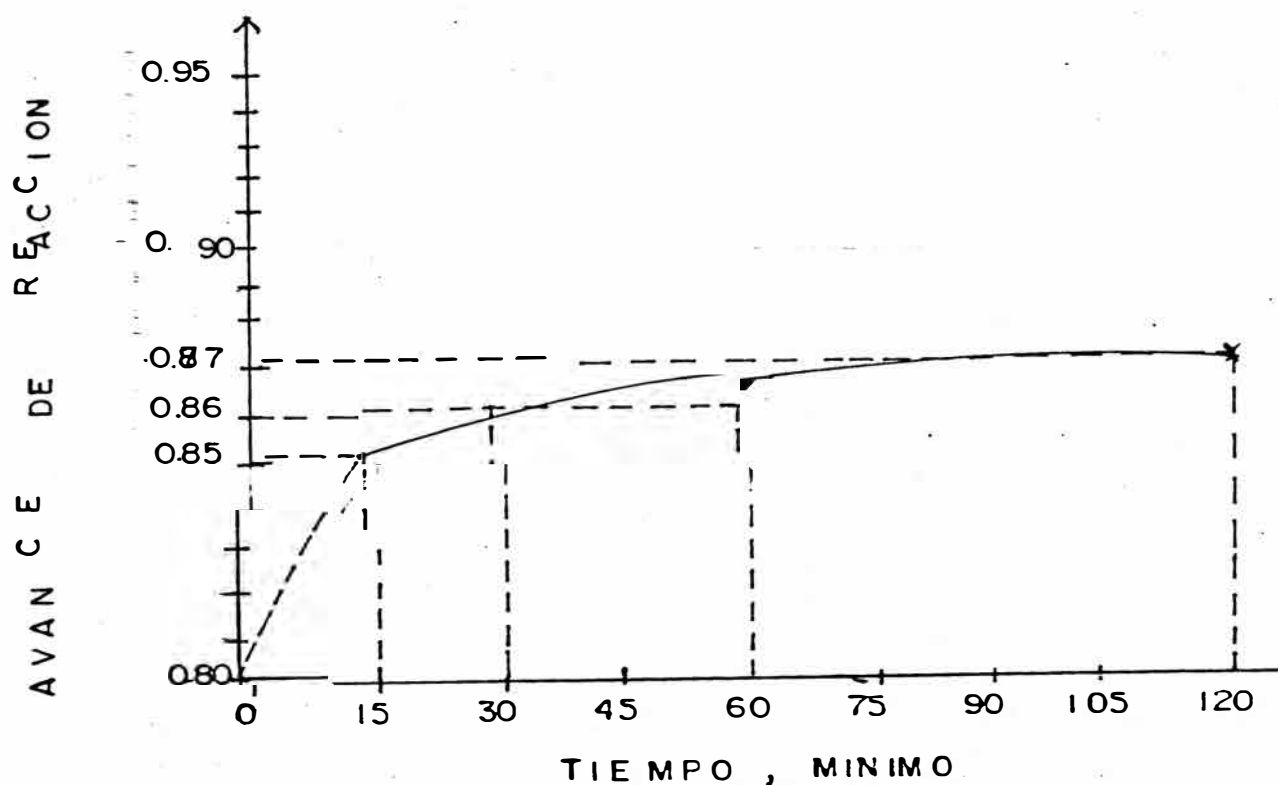


FIG 33: VARIACION DEL AVANCE DE LA REACCION

En ella podemos ver que el tiempo óptimo de reacción a nivel de laboratorio es de 30 min. obteniéndose un avance de reacción de 0.86.

### 3.3.3 EVAPORACION PARA LA CONCENTRACION DE ALUMINIO

La concentración del Sulfato de Aluminio Amonio ( $AlNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) es de 11.25%  $Al_2O_3$  como máximo. Se realizaron pruebas de evaporación del producto obtenido por centrifugación con el fin de deshidratarlo y

lograr elevar su concentración hasta un valor similar al del Aluminio tipo B, éstas fueron de 10, 15, 20, 25 y 30% peso, para ello se tomaron 30 grs. de producto y se procedió a evaporarlo en un balón de destilación recogiendo el agua evaporada hasta el volumen correspondiente al peso que se deseaba evaporar, considerando que la densidad del agua es 1 gr/ml.

Luego de la evaporación se vació el producto evaporado a bandejas de plástico para que enfrie, seguidamente se lo trituro en el mortero y posteriormente se analizó su contenido de Aluminio. El equipo utilizado para la evaporación fué el siguiente :

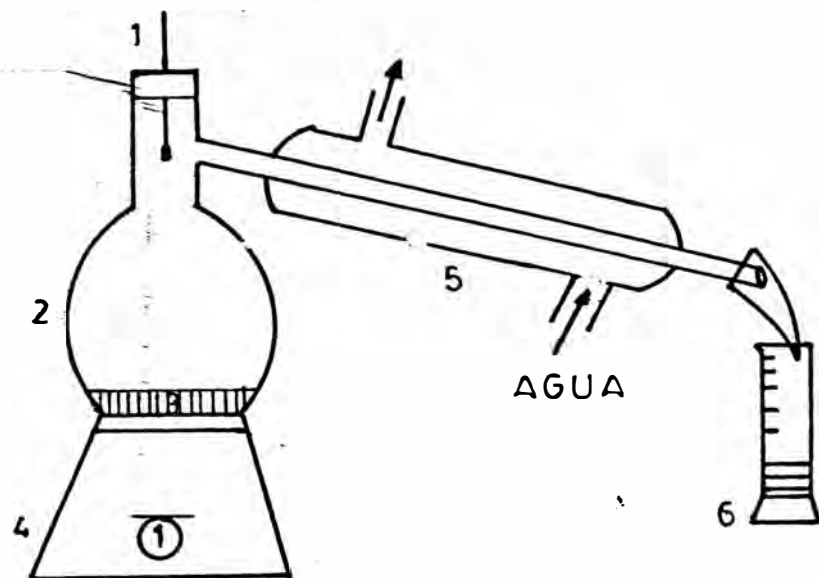


FIG 3.4 EQUIPO DE EVAPORACION

- 1.-Termómetro
- 2.-Balón de destilación de 250ml.
- 3.-Producto de centrifugación (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 12H<sub>2</sub>O  
4 4 2 2
- 4.-Cocina eléctrica
- 5.-Tubo refrigerante
- 6.-Probeta de 10ml.

Los resultados obtenidos :

Temperatura de fusión : 94.5 °C

Temperatura ebullición : 106 °C

Temperatura de deshidratación : 116 °C

CUADRO 3.7 : Pruebas de evaporación del producto de centrifugación

Nro. de Prueba	W inicial (gr)	Agua Evap. (ml)	% Evap.	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (producto)
1	30	3	10	13.10
2	30	4.5	15	13.02
3	30	6	20	13.72
4	30	7.5	25	14.76
5	30	9	30	15.50

De los valores mostrados en el cuadro 3.7 se observa que para obtener una concentración superior al 15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es necesario evaporar un 30% peso.

### 3.4 OBTENCION DEL SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO

Luego de haber optimizado cada una de las etapas del proceso, se realizó dos corridas para obtener el producto, en las cuales se decidió realizar una evaporación previa de sólo 50% en volumen y no del 60% que es el valor máximo, para evitar el riesgo de que la solución tome contextura pastosa y sea difícil transportarla, y también porque para lograr una evaporación del 60% con energía solar se requerirá un tiempo mucho mayor que para obtener 50% de evaporación debido al aumento de concentración y que tiende a formarse un sólido en la parte superior de la superficie que impide un buen calentamiento de la solución, también se ha obtenido el producto sólo con 11% de Alúmina mas no con 15% debido a que el producto obtenido mediante evaporación con esta concentración es difícilmente soluble en agua lo que es muy desfavorable para su utilización tanto en las Plantas de Tratamiento de Agua como en la Industria Papelera.

#### 3.4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

En el laboratorio se realizó dos corridas de obtención de Sulfato de Aluminio y Amonio utilizando para cada una de ellas 150 ml. de solución evaporada, a continuación se

describe el procedimiento:

Primeramente se realizó la evaporación de 600 ml. de materia prima en un vaso de 1000 ml. hasta el 50% en volumen, se verificó que la densidad de la solución evaporada fría sea de 1.30 gr/ml., seguidamente se hizo reaccionar a temperatura ambiente y con agitación 150 ml. de solución evaporada con 12 grs. de Sulfato de Amonio en un vaso de 250 ml. durante 1/2 hora utilizando un agitador tipo hélice a 560 RPM, posteriormente se separó el sólido utilizando una centrífuga tipo canasta de 4200 RPM.

La composición química del producto obtenido se muestra a continuación:

CUADRO 3.8: Composición química del producto de centrifugación

Nro. de Prueba	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%MgO	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot
1	11.08	0.70	0.40
2	11.10	0.68	0.39

### 3.4.2 BALANCE DE MATERIA

De los datos de laboratorio se tiene :

#### EVAPORACION

1 Solución ácida

-----  
EVAPORACION  
-----

2

Evaporación = 50%

$V_1 = 600\text{ml}$        $\delta_1 = 1.16\text{gr/ml}$        $m_1 = 696\text{grs.}$

$V_2 = 300\text{ml}$        $\delta_2 = 1.3\text{ gr/ml}$        $m_2 = 390\text{grs.}$

Composición química :

CUADRO 3.9

Elemento	Conc (1) (gr/lit)	Con (2) (gr/lit)
$\text{Al}^{+3}$	16.30	32.60
$\text{Mg}^{+2}$	11.50	23.00
$\text{Fe}_{\text{tot}}$	2.50	5.20

REACCION:

a) Cálculos para la primera corrida :

2 Solución evaporada

3 Sulfato de Amonio  
sólido

4

-----  
REACCION  
-----

5

Producto + líquido remanente

$$V_2 = 150 \text{ ml.}$$

$$\delta_2 = 1.3 \text{ gr/ml.}$$

$$m_2 = 195 \text{ gr}$$

$$m_3 = 12 \text{ grs.}$$

$$m_4 = m_5 = 207 \text{ grs.}$$

CENTRIFUGACION

5

-----  
CENTRIFUGACION  
-----

6

líquido remanente

7

producto

$$V_6 = 107 \text{ ml}$$

$$\delta_6 = 1.25 \text{ gr/ml}$$

$$m_6 = 134 \text{ gr}$$

$$m_7 = 71 \text{ gr}$$

$$\text{Pérdida} = m_6 - (m_6 + m_7) = 2 \text{ grs. (1\%)}$$

Composición química :

CUADRO 3.10

Elemento	Conc. líq.re- manente (gr/lt)	Conc.producto (% óxido)
Al <sup>+3</sup>	6.8	11.08
Mg <sup>+2</sup>	29.4	0.70
Fe <sub>total</sub>	5.4	0.40

Las concentraciones del líquido remanente han sido determinadas por balance de masa y su cálculo se muestra en el apéndice 6.8

b) Cálculo para la segunda corrida.

2 Solución evaporada

3

Sulfato de Amonio  
sólido

4

REACCION

5

producto + líquido remanente



$$V_2 = 150 \text{ ml.}$$

$$\delta_2 = 1.3 \text{ gr/ml}$$

$$m_2 = 195 \text{ grs.}$$

$$m_5 = 12 \text{ grs.}$$

$$m_4 = m_5 = 207.5 \text{ gr.}$$

### CENTRIFUGACION

5

-----  
CENTRIFUGACION  
-----

6

líquido remanente

7

producto

$$V_6 = 109 \text{ ml.}$$

$$\delta_6 = 1.24 \text{ gr/ml}$$

$$m_6 = 135.2 \text{ grs.}$$

$$m_7 = 71.5 \text{ grs.}$$

$$\text{Pérdida} = m_5 - (m_6 + m_7) = 0.8 \text{ grs. (0.4\%)}$$

Composición química :

CUADRO 3.11

Elemento	Conc.líqu.rema- nente (gr/lt)	Conc.producto (% óxido)
Al <sup>+3</sup>	6.4	11.10
Mg <sup>+2</sup>	27.9	0.68
Fe <sub>tot</sub>	4.7	0.39

3.5 PRUEBA DE FILTRACION AL VACIO

En vista que el producto obtenido en la reacción sedimenta rápidamente, y que la centrifugación es una operación que es usada para separar sólidos finos cuando estos demoran en sedimentar, se hicieron pruebas para ver si es posible la separación del producto mediante filtración, primeramente se realizó la filtración simple pero no dió resultado, luego la filtración al vacío. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

CUADRO 3.12

Nro. Prueba	Material	δ mezcla (gr/ml)	δ liq-rem. (gr/ml)	% humedad	pH
1	Polyester	1.36	1.240	11.4	3.25
2	Polyester	1.36	1.240	8.5	3.25
3	Polypropileno	1.36	1.235	16.5	3.25

CUADRO 3.13

Nro. de Prueba	Presión de vacío (pulg.Hg)	Vol. mezcla (ml).	Tiempo (min)	Altura de mezcla (cm)	Altura de sólido (cm)	Diámetro filtro (cm)
1	4	100	5	1.3	0.5	10
2	11	200	14	-(*)	3.0	6
3	4	100	5	1.3	0.8	10

(\*) La mezcla se fue agregando poco a poco

La densidad de la mezcla fue medida por el método del picnómetro, la humedad fue obtenida utilizando el desecador durante 72 horas y el valor del pH corresponde a una solución de 1% en peso.

Los medios filtrantes utilizados fueron recomendados por el fabricante SOUTH PACIFIC INDUSTRIAL SUPPLIES (SPISA) según las propiedades físico-químicas de la mezcla a filtrar, que se

muestran en el apéndice 6.9

A los productos obtenidos en las pruebas 1 y 3 se realizó el análisis de Aluminio y se encontró una concentración de 10 y 10.2% respectivamente.

De las pruebas realizadas se ve que es posible sustituir la centrifugación por un filtro al vacío obteniéndose un producto de poca humedad (10%).

Respecto al medio filtrante se ve que tanto el polyester como el polypropileno producen una eficiente filtración ya que la densidad del líquido remanente es muy similar al obtenido mediante la centrifugación (1.25 gr/ml) y, para el diseño del filtro se utilizará la membrana de polyester por ser la más económica.

### 3.6 PRUEBAS DE SECADO

Para secar el producto obtenido por filtración se hicieron pruebas de secado en la estufa del laboratorio a la temperatura constante de 105°C, con la finalidad de hallar el tiempo óptimo de secado, el procedimiento fue el siguiente :

En una luna de reloj previamente pesada se colocó 6 grs. de sólidos húmedos y se la puso en la estufa que estaba a 105°C, esta operación hacía descender la temperatura por lo que, luego de colocar la muestra se esperaba que la temperatura suba a 105°C y a partir de ese momento se contabilizó el tiempo.

de secado, esta prueba se realizó para diferentes tiempos siendo los resultados los siguientes :

Peso de sólido húmedo = 6 grs.

Temperatura = 105°C

Concentración inicial = 10.1 %  $Al_2O_3$

Humedad del sólido = 10%

CUADRO 3.14: Humedad eliminada en el producto

No de Prueba	Tiempo (min)	Peso de luminato sól. (gr)	Humedad eliminada (%)
1	0	35.6173	-----
2	15	34.9441	11.22
3	30	34.8913	12.10
4	60	34.8769	12.34
5	90	34.8662	12.51

Con estos valores se realizó la figura 3.5, en ella se puede ver que el secado del sólido es rápido en los primeros 15 minutos y que al cabo de este tiempo se retira más del 10% de humedad e incluso se logra deshidratarlo ya que el porcentaje de agua retirada es mayor que 10%, se realizó otra prueba para ver la rapidez de secado en este periodo de tiempo siendo los resultados los siguientes :

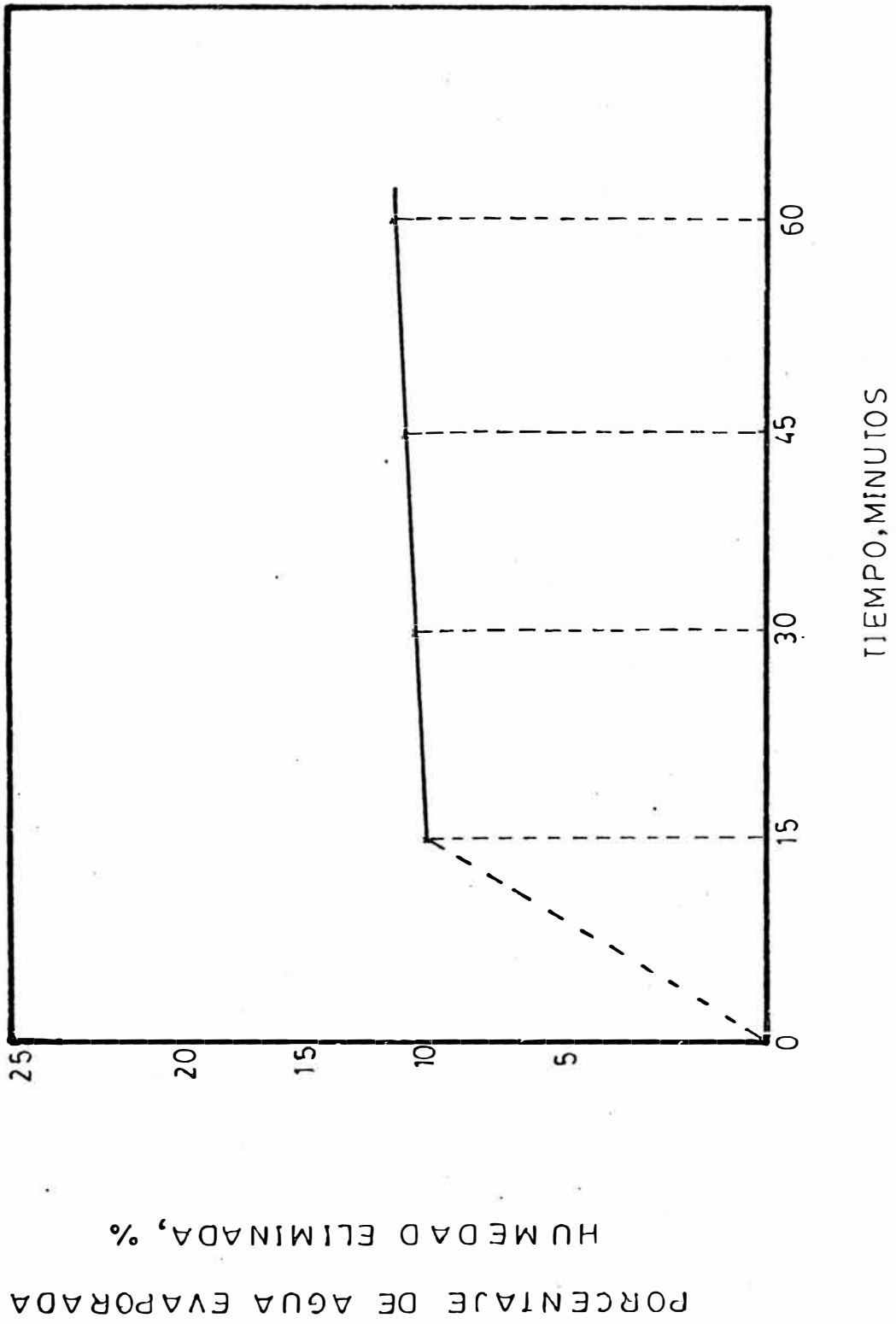


FIG 3.5: VARIACION DE HUMEDAD

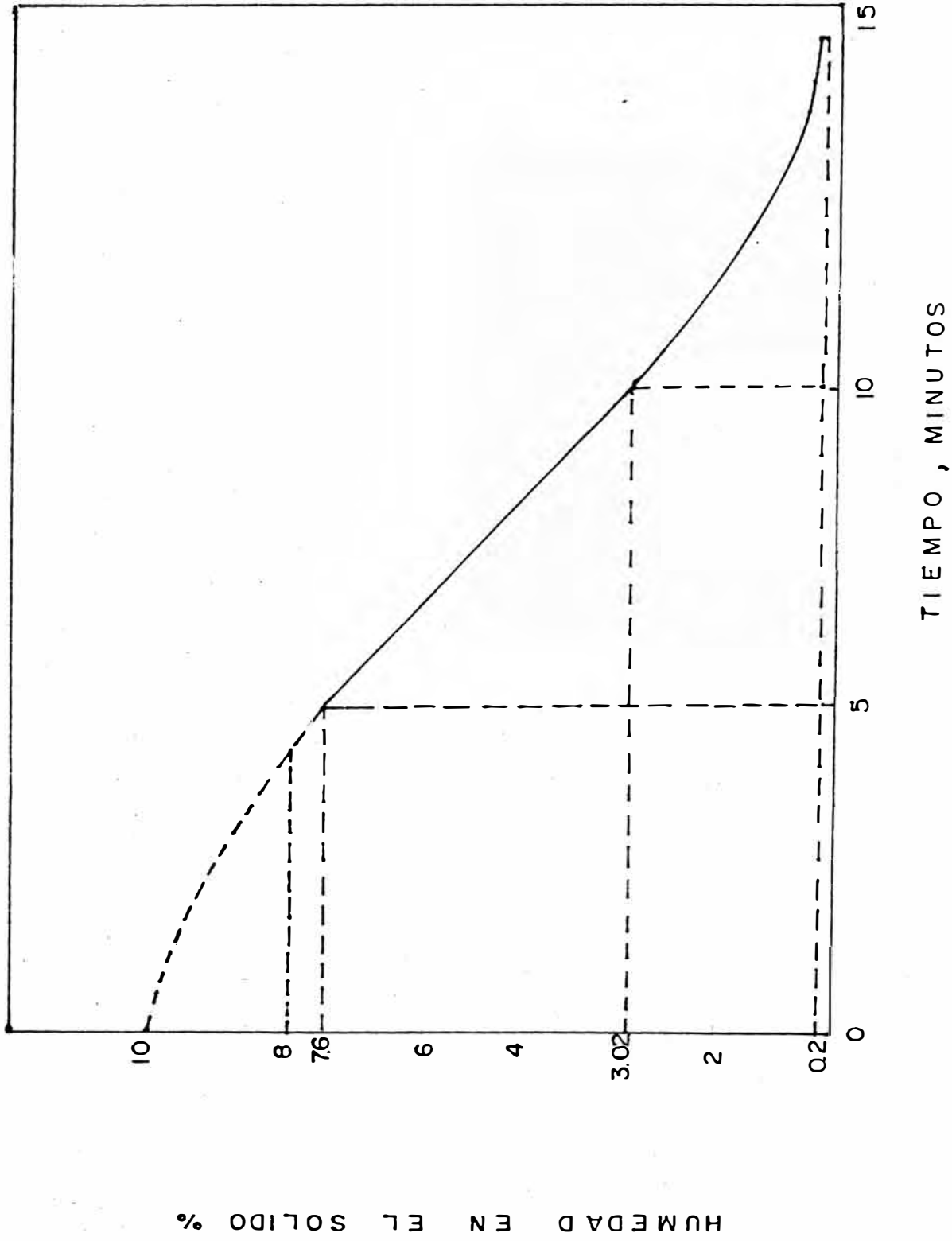


FIG. 3.6. VARIACION DE HUMEDAD

Peso de sólido húmedo = 6 grs.

Humedad del sólido (grs) = 0.6000 gr

CUADRO 3.15: Humedad contenida en el producto

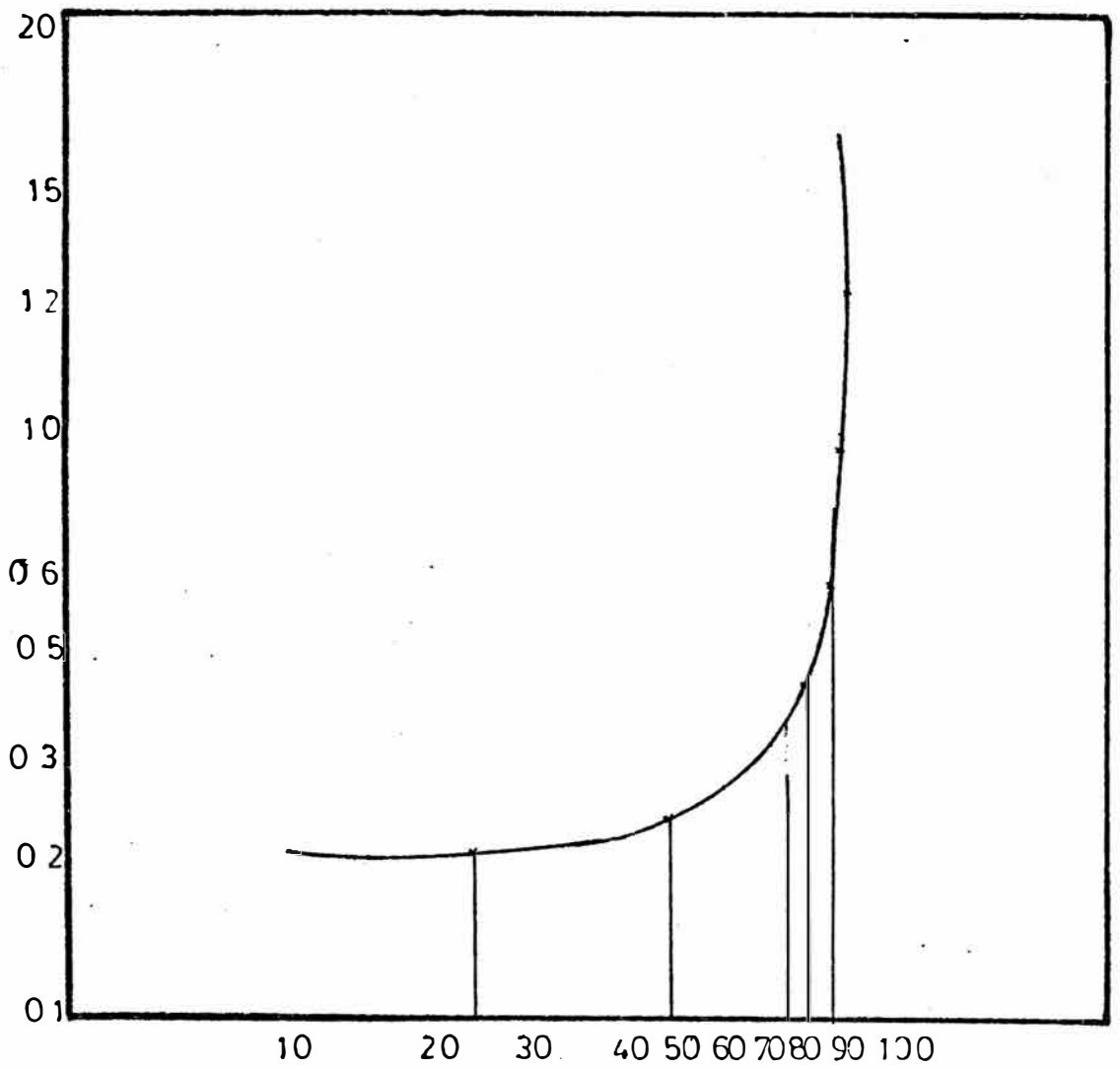
No de Prueba	Tiempo (min)	Peso de luna + sól (gr.)	Peso de agua (gr.)	% humedad en el sólido
1	0	36.4212	0.6000	10.00
2	5	35.9651	0.4561	7.60
3	10	35.7839	0.1812	3.02
4	15	35.7729	0.0110	0.18

Con los valores del cuadro 3.15 se realizó la figura 3.6, en ella se observa que realmente el secado del sólido es rápido y que a los 15 minutos se logra extraer prácticamente toda su humedad.

### 3.7 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO

Se realizaron pruebas para ver la variación del tamaño de las partículas y hallar su diámetro, para ello se utilizó una muestra de 30 grs. y la serie standard de tamices U.S. los resultados se muestran en los cuadros 3.16 y 3.17





PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO

3.7 DIAMETRO DE LA PARTICULA Vs PORCENTAJE DE PESO QUE PASA ACUMULADO

CUADRO 3.16: Porcentaje de sólido que pasa  
acumulado

Nro. de Malla	Tamaño de la abertura	Peso (grs)			
		retenido	retenido acumulado	que pasa acumulado	% que pasa acumulado
10	2.000	0.1361	0.1361	29.8649	99.54
20	0.850	0.2877	0.2877	29.2133	99.02
30	0.600	0.7143	1.0020	28.4910	96.60
40	0.425	1.5843	2.5863	26.9147	93.23
50	0.300	1.9684	4.5547	24.9463	84.66
60	0.250	5.4455	14.0002	19.5005	57.54
70	0.212	8.4332	22.4317	7.0693	23.96
70	0.212	7.0693	29.5010	0.0000	---

El tamaño de la abertura de la malla se lo obtuvo de la tabla de series de tamices 200, que se muestra en el apéndice 6.10.

Con los valores que se muestra en el cuadro 3.16 se realizó la figura 3.7 en la cual se obtiene lo siguiente :

Diámetro efectivo (10%) = 2.21 mm

Diámetro del 60% = 0.26

Coefficiente de uniformidad =  $\frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.26}{0.21} = 1.24$

CUADRO 3.17: Fracción de sólidos retenidos

MALLAS	DIAMETRO MEDIO (mm)	RETENIDO (gr)	FRACCION RETENIDA
0+10	2	0.1361	0.046
-10+20	1.425	0.1516	0.0051
-20+30	0.725	0.7143	0.0242
-30+40	0.512	1.5843	0.0537
-40+50	0.362	1.9684	0.0667
-50+60	0.275	9.4458	0.3202
-60+70	0.231	8.4312	0.2858
-70+100	0.181	7.0693	0.2396

Con los valores del cuadro 3.17 se realizó la figura 3.6 en la cual se encontró que el diámetro medio del producto es 0.27 mm.

### 3.6 PRUEBAS DE COAGULACION - FLOCULACION

Luego de haber obtenido el Sulfato de Aluminio y Amonio, y haber conocido sus características se realizó pruebas de Coagulación-Floculación en la Planta de Tratamiento de Agua de Lima (SEDAPAL) con la finalidad de ver el rendimiento del producto y compararlo con el del Sulfato de Aluminio tipo B que actualmente utilizan.

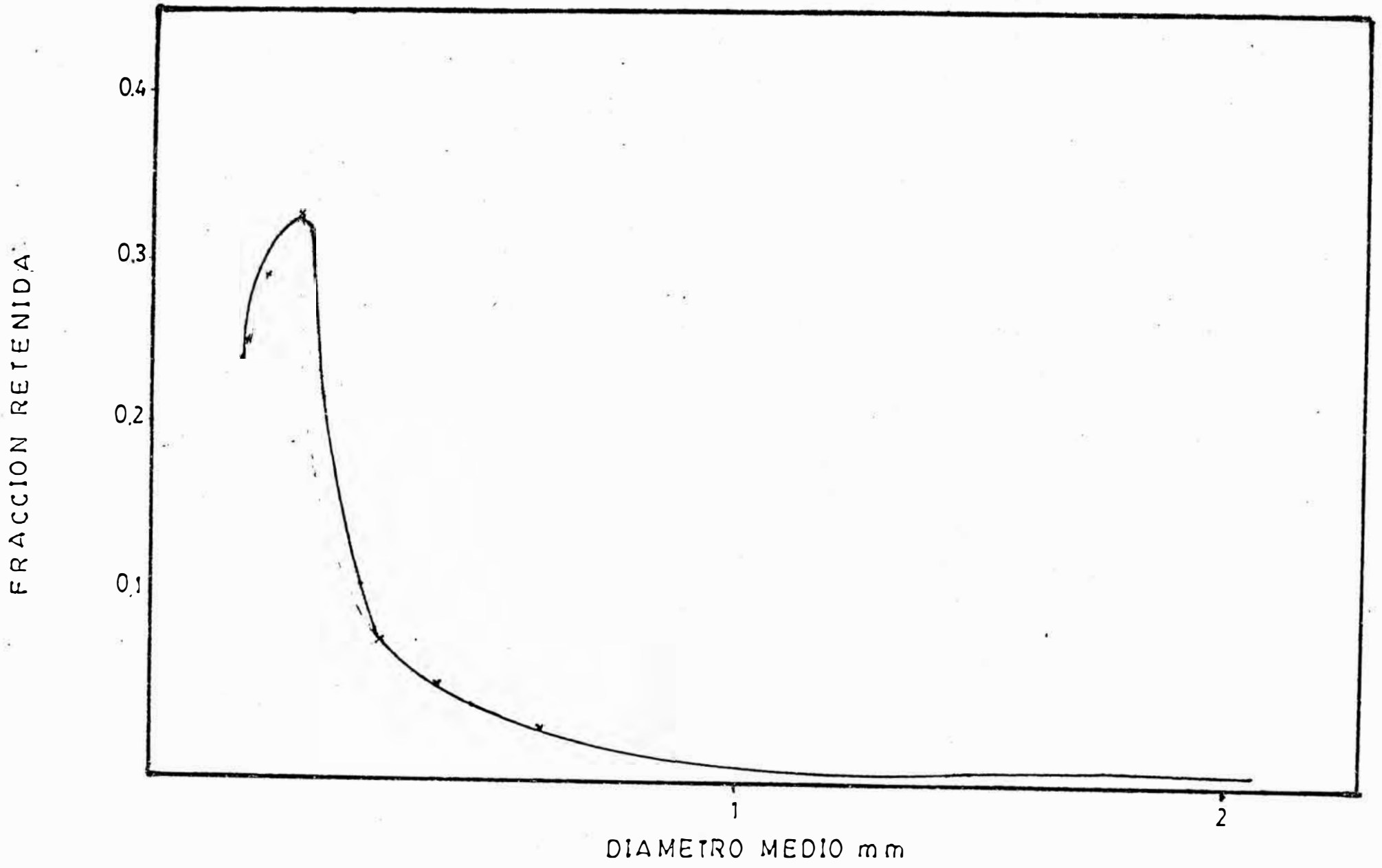


FIG 3.8 FRACCION RETENIDA Vs DIAMETRO MEDIO DE LA PARTICULA

A continuación se da las características del agua cruda del Río Rimac.

### 3.8.1 CARACTERISTICAS DEL AGUA CRUDA DEL RIO RIMAC

#### a) CAUDAL:

El caudal es variable, siendo máximo en período de lluvia de la Sierra central registrado en los

últimos 20 años de 250 m<sup>3</sup>/seg y mínimo en períodos de estiaje comprendido entre los meses

de Mayo y Noviembre con 80 m<sup>3</sup>/seg de caudal promedio.

La variación de caudales para los meses de Enero a Mayo en los años 1980-1982 se puede apreciar en la figura 3.9.

#### b) TURBIEDAD:

El Río Rimac se caracteriza por un régimen de altos caudales y turbiedades en períodos de lluvias en la Sierra que generalmente son los meses de Enero a Marzo y aguas claras el resto del año.

La turbiedad está dada por arcillas en suspensión de 0.002mm de diámetro o menor, que son por lo general silicatos de Aluminio como Kaolinita, Bentonita, Illita y Muscovita.

M<sup>3</sup>/Seg.

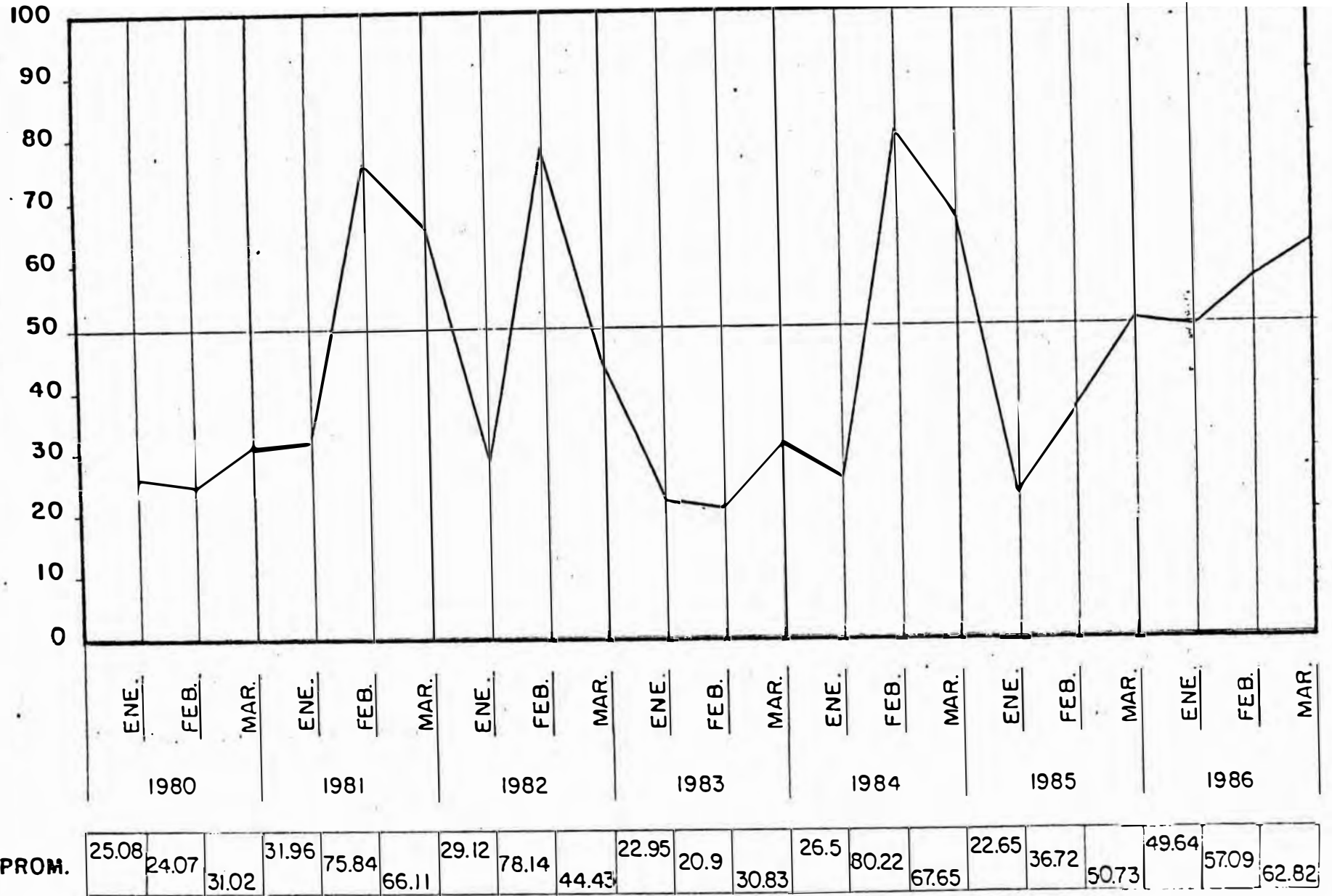


FIG. 3.9 : VARIACION DE CAUDALES DEL RIO RIMAC DE LOS MESES ENE., FEB., MAR. DE 1980 A 1986

- La variación de la turbidez registrada en el laboratorio de SEDAPAL para los meses de verano Enero, Febrero y Marzo en los años 1980 y 1986 se aprecia en los cuadros 3.18 y 3.19.
- c) pH: Fluctua entre 6.70 y 8.50 unidades
  - d) ALCALINIDAD: Fluctua entre 60 y 140 ppm de CaCO<sub>3</sub>
  - e) ARRASTRE DE SEDIMENTO: Piedras, arena, leña, etc. en períodos de Enero, Febrero y Marzo es más frecuente.
  - f) COLOR: Es variable, generalmente la cantidad de materia orgánica de descargas de relave hacen que fluctue el color del agua llegando a valores de 150-200 unidades de color.

### 3.8.2 CONCEPTOS TEORICOS DEL PROCESO DE COAGULACION FLOCULACION

Para permitir la separación de una suspensión coloidal en condiciones de velocidades satisfactorias, por ejemplo bajo la influencia de la pesantez, es necesario aglomerar los coloides para formar partículas de tamaño mayor y estas sedimenten.

CUADROS DE TURBIDEZ DEL AGUA CRUDA  
EN LOS MESES DE VERANO ENERO - FEBRERO Y MARZO

NUMEROS DE HORAS EN EL QUE SE PRESENTO LA TURBIDEZ DENTRO DE LOS  
 LIMITES SEÑALADOS-UNIDADES JAKSON

CUADRO 3.18: De 1980 a 1983

Año Rango		1,980		1,981		1,982		1,983	
U. J.	A	a	b	a	b	a	b	a	b
0	50	828	1130	315	361	473	677	457	631
51	100	429	370	76	80	379	295	106	102
101	200	---	321	---	207	---	389	---	335
201	500	614	294	327	832	539	493	441	5
501	1,000	---	60	---	460	---	297	---	242
1,001	2,000	186	9	385	146	190	9	144	
2,001	5,000	---		---	28	---		---	
5,001	10,000	117		906	33	539		687	
10,001	20,000	---		---	22	---		---	
20,001	50,000	8		82	---	190		122	
50,001	100,000	2		42		---		81	
100,001		---		19		539		74	
				5		---		39	
				3		23		15	
						13			
						4			
TOTAL HORAS		1,284		2,160		2,160		2,160	



a) Bocatoma sobre el Río Rimac

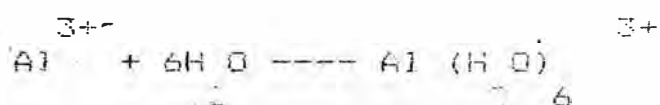
b) Entrada del ESTANQUE REGULADOR

2,160 Números de horas en los meses de Enero, Febrero y Marzo  
 2,184 id. en año bisiesto.

CUADRO 3.19: De 1984 a 1986

AÑO RANGO U.J. DE	A	1984		1985		1986	
		a	b	a	b	a	b
0	50	2	77	648	812	82	279
51	100	85	123	702	145	155	186
101	200	---	255	---	693	---	765
201	1,000	512	650	966	455	1388	749
1,001	2,000	---	581	---	55	---	181
2,001	5,000	512	---	226	---	275	---
5,001	10,000	---	340	---	---	---	---
10,001	20,000	1019	80	139	---	258	---
20,001	50,000	---	130	---	---	---	---
50,001	100,000	209	4	---	---	4	---
100,001		37	196	---	---	---	---
		6	146	---	---	---	---
		2	---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---	---
		2,160		2,160		2,160	

Por lo tanto, la suspensión debe transformarse por medios artificiales; esta transformación es la resultante de la aplicación de reactivos o productos capaces de desarrollar el proceso de coagulación-floculación en contacto con los coloides y partículas en suspensión uno de los elementos de esos compuestos es el Aluminio que en solución se encuentra hidrolizado mediante la siguiente reacción:



Siendo esta propiedad común con todos los cationes metálicos que no pueden permanecer puros cuando están rodeados de moléculas de agua.

Los iones de Aluminio hidratados  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  actúan como un ácido y reaccionan con las bases que encuentra en el agua.

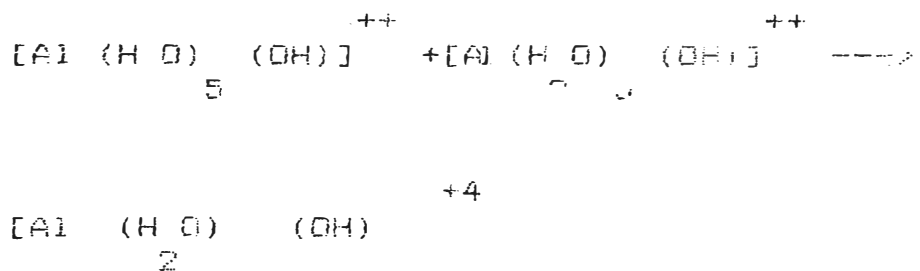
Como las bases que constituyen la alcalinidad expresada generalmente como  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  y  $\text{HCO}_3^-$  son más fuertes que el agua, estas reaccionan

primariamente con el  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  lo que ocasiona

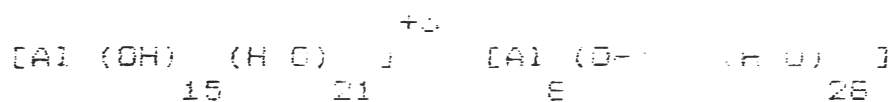
un consumo de la alcalinidad y descenso del pH.



De acuerdo con Stumm y Morgan, especies monoméricas, esto que contiene un solo ión de Aluminio, se polimerizan reaccionando entre sí :



Estas reacciones de polimerización continúan el tiempo, formando compuestos tales como:



y también  $\text{Al(OH)}_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_3 \text{---} (\text{OH})_3$

según el pH.

Tanto los iones de Aluminio hidratados como los compuestos poliméricos pueden ser absorbidos rápidamente por las partículas del agua, produciendo su desestabilización favoreciendo así la coagulación.

#### b) REACCIONES CON EL AGUA

Cuando toda la alcalinidad se consume (si se consume), el ión Aluminio hidratado reacciona con el agua, que es una base

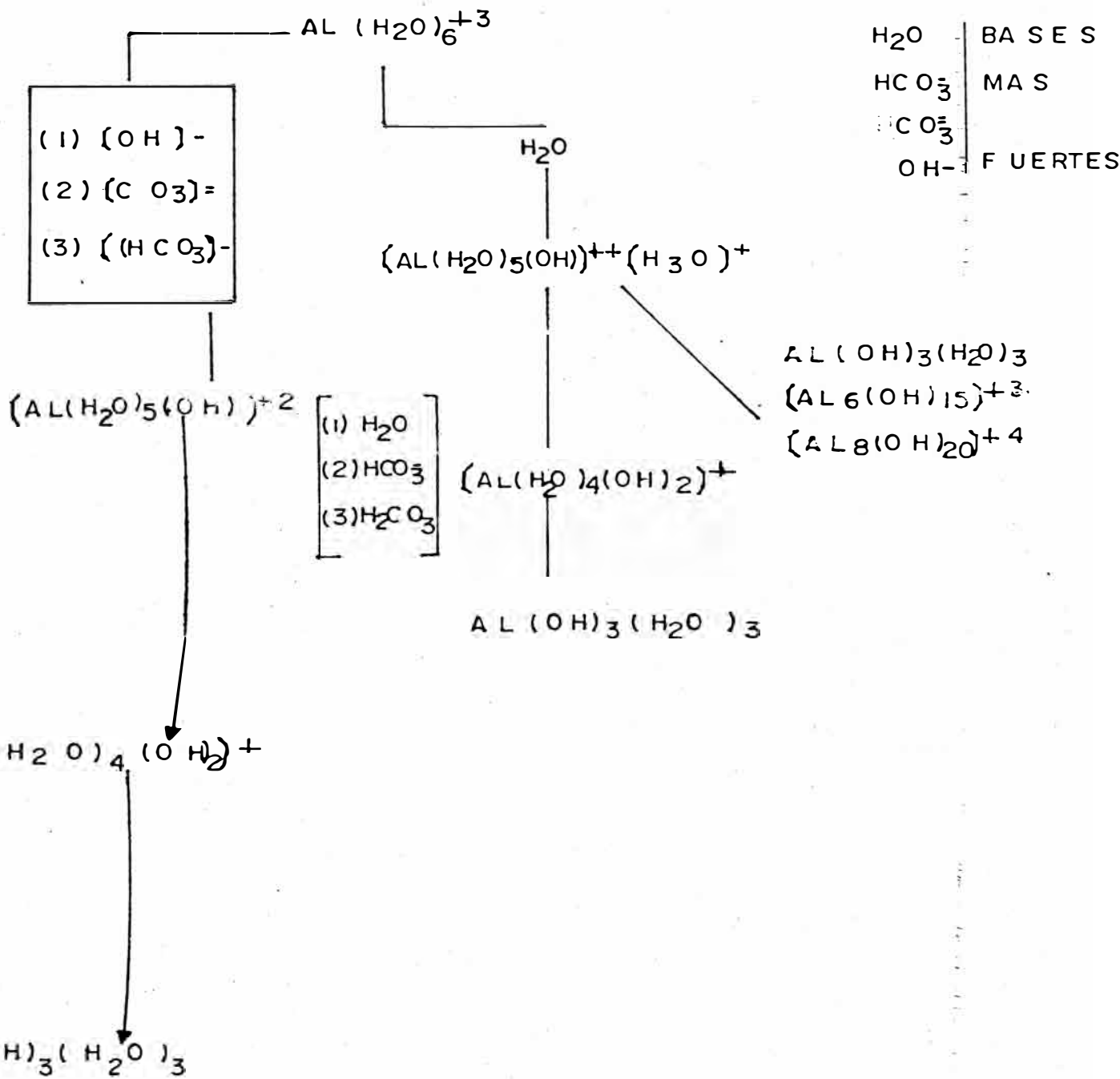
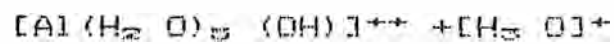


FIG 3.10 PRODUCTOS DE HIDROLISIS FORMADOS POR REACCION DEL ION ALUMINIO CON EL AGUA

débil:



Como en el caso anterior el  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{++}$  es considerado como un compuesto transitorio, que se hidroliza para producir hidróxidos de Aluminio y que se combina para producir compuestos poliméricos.

Estas reacciones se esquematizan en la figura 3.10.

### c) INFLUENCIA DEL PH

Ya en 1923 Theriault y Clark habían reconocido que "un precipitado de alumbre, no se forma cuando la solución final es muy ácida o muy alcalina", y daban como fórmula para el "punto isoeléctrico" definido como "aquel punto en el cual hay una equivalencia eléctrica de iones de Aluminio positivo y negativamente cargados" la siguiente:

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{as} K_w^2}{3 K_{bs}}$$

Donde :

$[\text{H}^+] =$  Concentración de iones de hidrógeno

$K_{as}$  = producto de solubilidad ácida

$$K_w = [H^+] [OH^-]$$

$K_{bs}$  = Producto de solubilidad básica

Aplicando esta fórmula, los autores antes citados encontraron que el punto isoeléctrico estaba a  $pH=5.6$ . Cualquiera sea el significado que ellos dieron al "punto isoeléctrico" lo importante es el haber reconocido que : "la concentración de iones hidrógeno de la mezcla final agua y la de Aluminio es de fundamental importancia en la formación del floc.

Esto se debe a que en todas las reacciones entre el  $[Al(H_2O)_6]^{+++}$  y el agua, los iones  $H^+$  y  $OH^-$  están involucrados y por tanto dichas reacciones serán dependientes del  $pH$ .

Obsérvese que la reacción del ión Aluminio hidratado con la alcalinidad, es similar a la reacción con la molécula del agua (Reacciones ácido - base) con la sola diferencia que en el primer caso se forma además de la base conjugada  $[Al(H_2O)_5(OH)]^{++}$  ácidos débiles ( $H_2O, HCO_3^-$ ) y  $H_2CO_3$ ) en cambio en el segundo caso, se forma un ácido fuerte  $(H_3O)^+$  hidronio.

De aquí se puede deducir que en la reacción

del Al(III) con la alcalinidad, la disminución del pH es mucho más lenta que en la reacción del Al(III) con la molécula del agua.

La alcalinidad viene a actuar como una solución amortiguadora, que evita el brusco descenso del pH.

Para aclarar más este punto, tenemos que: un agua con un pH de 8.00 y con una alcalinidad bicarbonatada ( $\text{HCO}_3^-$ ) de 100 mg/lit a la cual se le agregan 50 mg/lit de Al(III). El descenso del pH es de 1.5 y el pH final es 6.5.

Ahora, en un agua con alcalinidad cero y  $\text{pH}=6.00$  encontramos que el descenso del pH es de  $-2.6$  y el pH final 3.4.

Un pH final tan bajo tiene dos principales desventajas :

- Sitúa al agua en un rango de pH, en la cual la cuagulación no se realiza o se realiza pobremente.
- Hace al agua corrosiva.



d) CONCENTRACION DE LAS DIFERENTES ESPECIES

A diferentes pH se forman diferentes especies de productos de hidrólisis, se establecen tres zonas:

ZONA 1:

A pH = 5.0 ó menos la especie predominante la constituyen los iones hidratados de Aluminio  $[Al(H_2O)_6]^{+++}$ ,  $[Al(H_2O)_5(OH)]^{++}$   
 $[Al_2(H_2O)_{10}(OH)_2]^{+4}$

A pH = 4.0 más del 90% del Al (III) presente en la solución está como  $[Al(H_2O)_6]^{+++}$ .

ZONA 2:

A pH entre 5 y 6.5 predominan compuestos poliméricos como  $[Al_2(OH)_{15}(H_2O)_{21}]^{+8}$ ,  
 $Al_6(OH)_{20}(H_2O)_{24}^{+4}$ , etc.

ZONA 3:

A pH mayor de 6.5 predomina el hidróxido de Aluminio  $Al(OH)_3$ , que al precipitar atrapa las partículas de turbiedad (floc de barrido).

ZONA 4:

A pH mayor de 8.0 predomina el anión  $Al(OH)_4^-$ . Figura 3.11.

CONCENTRACION DE ALUMINO GR/LT

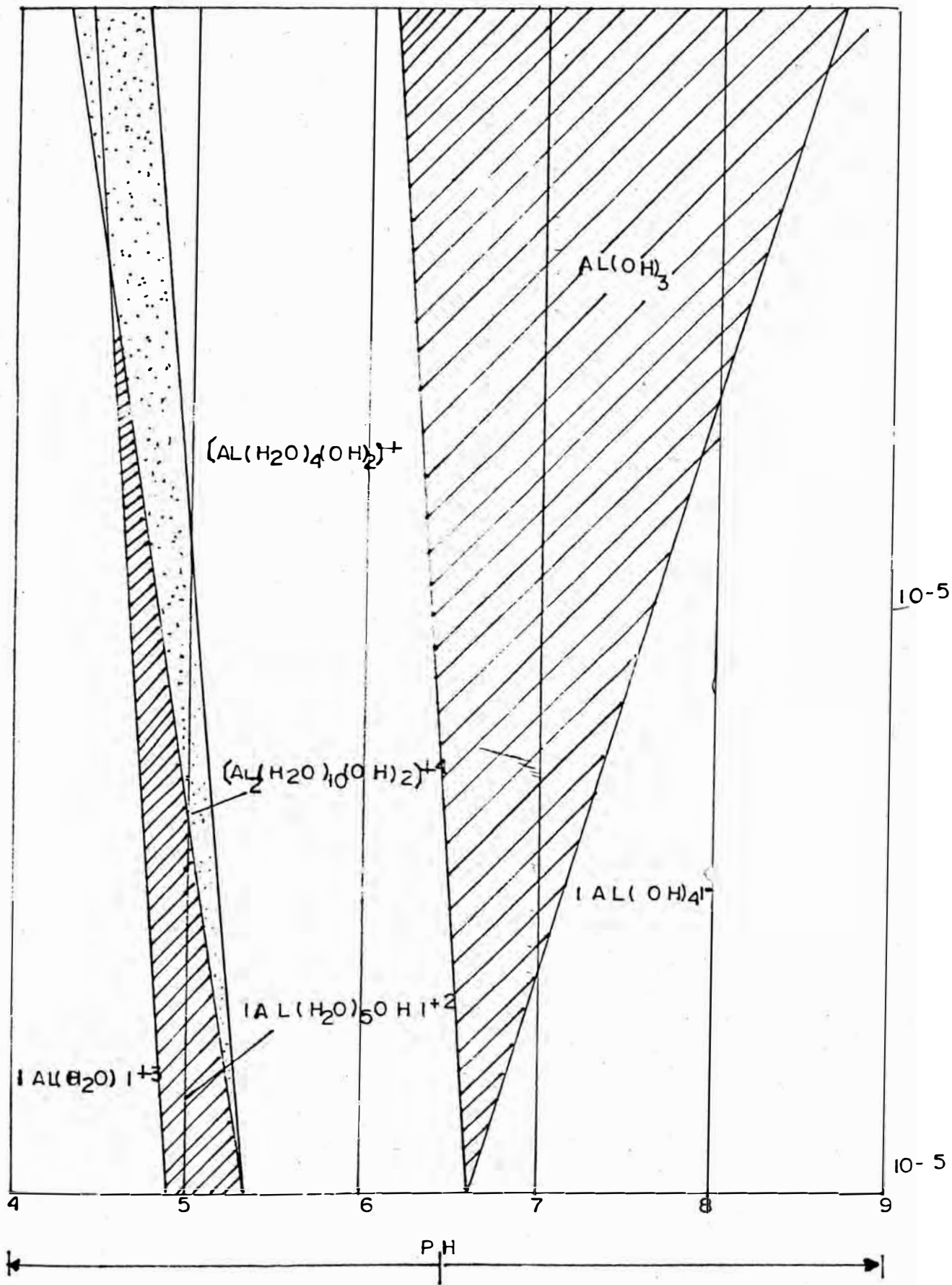


FIG 3.11 CONCENTRACION DE DIFERENTES ESPECIES DE ALUMINIO

### 3.8.3 RESULTADOS DE LOS PROCESOS EXPERIMENTALES

A continuación se presenta los resultados de las pruebas de coagulación-floculación realizadas con el producto obtenido en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua de Lima.

El método utilizado ha sido el de "Prueba de Jarras" que se describe en el apéndice 6.11.

RESULTADO DE LOS ANALISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y PRUEBAS DE COAGULACIÓN

FLOCULACION DE UNA MUESTRA DE SULFATO DE ALUMINIO Y ADETES

I. - MUESTRA : SULFATO DE ALUMINIO Y ADETES (SOLIDO)  
REMITIVO : Srta. Machillo en Ingeniería Química  
Juan Vázquez Venec  
Fecha de Recepción: 21.11.88

II. - ANALISIS FISICO QUIMICO

<u>DETERMINACION</u>	<u>% ( masa )</u>
$Al_2O_3$	10.93
$Fe_2O_3$	0.40
Adetes Libre ( % )	0.033
Densidad ( 10% )	1.25 g/cc.

III. - PRUEBAS DE COAGULACION - FLOCULACION

OBJETIVO : Determinar las dosis óptimas del producto para diferentes turbiedades de agua cruda con fines de potabilización.

RESULTADOS :

Condiciones de Operación para todas las pruebas :

Mezcla rápida : 1 minuto a 100 r.p.m.  
Mezcla lenta : 12 minutos a 40 r.p.m.  
Reposo o sedimentación : 12 minutos

PRUEBA N° 1

Condiciones iniciales del agua chuda :

Turbiedad : 40 N.T.U.

pH : 7.55 UNIDADES

PRUEBA N° 1

	1	2	3	4	5	6
$Al_2(SO_4)_3$ 18 $H_2O$ 16 (Calculado mgr/lit.)						
$Al_2(SO_4)_3$ 18 $H_2O$ (Calculado mgr/lit.)		20	22	24	26	28
Tiempo formación (Sec)	1'30"	1'50"	1'50"	1'30"	1'30"	1'30"
Índice milicomp	7	5	7	7	7	7
Turbiedad residual	5.2	9.8	5.5	4.5	4.2	3.0
pH residual	7.58	7.59	7.52	7.50	7.49	7.50

OBSERVACION :

Dosis equivalentes para :

sulfato de aluminio ( $Al_2O_3$  16%) = 16 ppm

sulfato de aluminio y amonio ( $Al_2O_3$  11%) = 22 ppm

CUA N.º 1

Mediciones Iniciales del agua cruda (preparada)

Velocidad : 300 U.I

u : 7.65

	1	2	3	4	5	6
$2 \text{ (SO}_4)_3 \text{ 184}_2 \text{ O}$ Granulado mg/L	28	-	-	-	-	-
$2 \text{ Fe}_2 \text{ (SO}_4)_2 \text{ 128}_2 \text{ O}$ Granulado mg/L	-	25	30	35	40	45
tempo formación floc	1.0	1.10	1.10	1.0	1'	1'
Wiley Wilcomb	7	6	7	7	7	7
velocidad residual 12'	3.3	5.2	4.5	3.0	2.5	2.0
Residual 12'	7.10	7.59	7.15	7.12	7.10	7.10

Observaciones : Dosis equivalentes :

Sulfato de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3:100\%$ ) = 28 ppm.

Sulfato de Aluminio y Hierro ( $\text{Al}_2\text{O}_3:11\%$ ) = 35 ppm

CUA N.º 3

Mediciones Iniciales del agua cruda (preparada)

Velocidad : 500 U.5

: 7.8 unidades

	1	2	3	4	5	6
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ gram mg/lit	35	-	-	-	-	-
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$ gram mg/lit	-	38	40	42	44	46
Tempo formación (loc)	38"	42"	42"	38"	38"	38"
Indice Willcomf	7	7	7	7	7	7
visibilidad residual 12"	3.5	7.3	5.7	3.6	3.4	3.2
U residual	7.23	7.26	7.26	7.26	7.21	7.21

Observaciones : Dosis equivalentes  
 Sulfato de Aluminio ( $Al_2O_3 16\%$ ) = 35 ppm  
 Sulfato de Aluminio g. Anonio ( $Al_2O_3 11\%$ ) = 42 ppm

CONCLUSIONES

- El sulfato de aluminio con relación al  $SO_4 Al^{III}$ , guarda relación de 1:1.33 para aguas claras respectivamente.
- Su comportamiento mejora a mayor turbiedad teniendo una relación hasta de 1:1.20 para aguas 500 U.I. respectivamente

Lina, 29 de Abril de 1983.

## CAPITULO IV

### INGENIERIA DEL PROYECTO

La Planta será diseñada para abastecer la demanda del departamento de Arequipa es decir de 3 TM/día, y los datos que se obtengan en esta Planta Semi-industrial servirá como base para la futura Planta Industrial que se construirá con fines de abastecer el mercado nacional.

El diseño de la Planta se ha realizado por escalamiento de los resultados obtenidos en el laboratorio, y el diagrama del proceso de obtención se muestra en el apéndice 6.23.



#### 4.1 BALANCE DE MASA

El balance de masa se calculó teniendo en cuenta que la producción diaria será de 3TM y tomando como base los resultados obtenidos en el laboratorio.

##### Datos de Laboratorio:

1 Materia Prima ( $V_1 = 300$  ml  $\delta_1 = 1.16$  gr/ml  $m_1 = 348$  gr.)

##### EVAPORACION

2  $V_2 = 150$  ml  $\delta_2 = 1.30$  gr/ml  $m_2 = 195$  gr

2

4

3  $m_3 = 12$  gr de Sulfato de Amonio

##### REACCION

5

$m_4 = m_5 = 207$  gr

5

##### CENTRIFUGACION

$V_6 = 108$  ml  $\delta_6 = 1.24$  gr/ml.  $m_6 = 135.16$  gr.

6 liq. remanente ( $V_6 = 108$  ml,  $\delta_6 = 1.27$  gr/ml.,  
 $m_6 = 135.16$  gr.)

7

Producto  $m_7 = 71$  grs.

Perdida =  $m_5 - (m_6 + m_7) = 0.3$  gr

#### 4.1.1 BALANCE DE MASA GLOBAL

##### EVAPORACION SOLAR:

El volumen del Raff Teórico es:

$$V = \frac{0.300 \text{ lt} * 3000 * 10^3 \text{ gr}}{71.0 \text{ gr}} = 12676 \text{ lt.}$$

Considerando una pérdida del 10% en la aspersion y 2% en la operación de filtración se tiene que el volumen de Raff a evaporar es:

$$V = 12676 (1.12) = 14197 \text{ lt}$$

Siendo su densidad 1.16gr/ml. la masa de Raff a evaporar diariamente es :

$$M1 = 14197 * 1.16 = 16468.5 \text{ Kg/día}$$

Luego se evapora un 50% en volumen de Raff, sin considerar el 10% de pérdida por aspersion, se tiene:

$$V_2 = \frac{12676 (1.02)}{2} = 6465 \text{ lt}$$

$$\delta_2 = 1.3 \text{ gr/ml.} \quad M2 = 8404.2 \text{ kg/día.}$$

##### REACCION

Siendo la masa total de Raff evaporado 8404.2 Kg/día, el peso de Sulfato de Amonio a ser agregado a los reactores diariamente es:

$$M3 = \frac{6465 \text{ lt} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.}}{0.15 \text{ lt.}} = 517.2 \text{ Kg/día}$$

Luego, la masa de mezcla por día es:

$$M4 = M1 + M3$$

$$M4 = 8404.2 + 517.2 = 8921.4 \text{ Kg/día}$$

#### FILTRACION AL VACIO:

Masa de torta seca/día = 3000 Kg.

Humedad de la torta = 10%

Masa de torta húmeda/día = M7

$$M7 = 3000 \cdot 1.1 = 3300 \text{ Kg/día}$$

Masa del líquido remanente/día = M6

$$M6 = M4 - M7$$

$$M6 = 8921.4 - 3300 = 5621.4 \text{ Kg/día}$$

El volumen del líquido remanente/día =  $V_L$

Densidad del liq. remanente =  $\delta_L = 1.24 \text{ gr/ml}$

Luego:

$$V_L = \frac{M6}{\delta_L} = \frac{5621.4}{1.24} = 4533.4 \text{ lt/día} = 1212 \text{ gal/día}$$

### SECADO:

Masa de torta húmeda/día = 3300 Kg

Masa de torta seca/día = 3000 Kg

Volumen de agua evaporada/día = 300 Kg

#### 4.1.2 BALANCE DE MASA POR EQUIPOS

##### EVAPORADOR SOLAR:

Masa de Raff/día = 16468.5 Kg

Masa de Raff evaporado/día = 8404.2 kg

##### REACTORES:

Masa de mezcla/día = 8921.4 Kg

Número de batch- reacción/día = 4

Número de reactores / batch-reacción = 4

Masa de mezcla/reactor =  $8921.4 / 4 * 4 = 8921.4$  Kg.

##### FILTROS AL VACIO:

Masa total de mezcla/día = 8921.4 Kg.

Número de batch-filtración/día = 8

Número de filtros/batch-filtración = 4

Masa de torta húmeda día = 3300 Kg

$$\text{Masa de torta húmeda/filtro} = \frac{3300}{8 \times 4} = 103 \text{ Kg}$$

Volumen de líquido remanente/día = 1212 galones

$$\text{Volumen de líquido remanente/filtro} = \frac{1212}{8 \times 4} = 37,8 \text{ gal}$$

#### SECADOR:

Masa de torta húmeda/día = 3300 Kg

Masa de torta seca/día = 3300 Kg

#### 4.2 SELECCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Para la selección del material adecuado al servicio, hay una serie de aspectos que deben ser tomados en cuenta los que son :

- Costo
- Comportamiento frente a la ~~corrosión~~
- Soldabilidad
- Características de conformación (doblaje, estiramiento).
- Propiedades mecánicas adecuadas.
- Alta o baja resistencia a la temperatura.
- Disponibilidad del material y en la forma adecuada
- Compatibilidad con otros materiales en el sistema.
- Características técnicas y eléctricas.

Otro aspecto a tomar en cuenta en la selección del material es la erosividad de los fluidos. Esto es especialmente importante en las etapas del proceso donde se tengan sólidos en suspensión.

Bajo las condiciones de trabajo se presenta posibles casos de corrosión para controlarlos nos basaremos en una ordenada selección de materiales de construcción, así como en la elección del revestimiento adecuado. Es obvio aclarar que se buscará diseños adecuados para evitar así zonas estancadas y la unión de metales disímiles.

En el mercado se encuentran disponibles aparte de los metales y sus aleaciones una serie de materiales no metálicos, que tienen muy buena resistencia a muchos medios corrosivos, bajo costo y baja densidad; por estas razones se tratará de utilizar estos materiales ya sea para la construcción o el revestimiento de tanques, filtros, cancha de evaporación, etc.

En base a la información disponible se obtuvo que las aleaciones con mejor resistencia al medio son :

#### ACERO INOXIDABLE

Los aceros inoxidable en general, todos tienen base de Hierro, con 12 a 30% de Cromo, o a 22% de Niquel y cantidades menores de Carbono, Cobre,

Molibdeno, Selenio, Tantalio y Titanio.

Son resistentes al calor, la corrosión, no contaminantes y de fabricación sencilla, en formas complejas.

Hay 3 tipos de aleaciones inoxidables: Martensítica, Ferrítica y Austenítica.

Las aleaciones inoxidables 304 y 316 pertenecen a los aceros inoxidables austeníticos, son los más resistentes a la corrosión de entre los tres grupos.

El contenido de Carbono se mantiene de .08 a 0.22% de Níquel. El contenido de Carbono se mantiene bajo (0.08%) para minimizar la precipitación de carburos.

En este grupo de acero inoxidable, el Níquel mejora considerablemente la resistencia a la corrosión por encima de los aceros inoxidables de Cromo. Los aceros de Cromo y Níquel funcionan mejor en condiciones oxidantes puesto que la resistencia depende de la película de óxido sobre la superficie de la aleación.

Los aceros inoxidables austeníticos tienen una resistencia excelente al ácido nítrico y prácticamente a todas las concentraciones y las temperaturas. La mayoría de las Plantas especialmente las de ácido nítrico se construyen con el tipo 304. Para manejar ácido sulfúrico sin inhibidores se puede utilizar acero inoxidable tipo.

316 solo por debajo de 5% y por encima de 85% a temperaturas inferiores al punto de ebullición y para las demás concentraciones es preferible aleaciones de Cromo, Molibdeno, Cobre y Hierro.

De acuerdo a los aspectos que se deben tomar en cuenta se eligió el acero inoxidable 316 para la construcción de bombas y el acero inoxidable 304 para las tuberías.

Dentro de los materiales no metálicos con buena performance para las condiciones del proceso tenemos :

- Cloruro de polivinilo (PVC)
- Polietileno
- Fibra de vidrio

En general, los plásticos poseen una resistencia excelente a los ácidos minerales débiles y no son afectados por las soluciones de sales orgánicas.

Puesto que, los materiales plásticos no se corroen en el sentido electroquímico ofrecen ventaja sobre los metales ya que la mayoría de éstos se ven afectados por los cambios ligeros de pH o los impurezas menores, o bien por el contenido de oxígeno, mientras que los plásticos permanecen resistentes a esos mismos cambios.

El cloruro de polivinilo no plastificado (tipo I) tiene una resistencia excelente a los ácidos oxidantes que no estén concentrados y a la mayoría



de los ácidos no oxidantes como en el caso del ácido sulfúrico.

El Polietileno es el plástico de costo más bajo que se puede obtener comercialmente. Sus propiedades mecánicas son en general bajas, sobre todo por encima de 120°F y las tuberías se deben sostener plenamente. Los grados rellenos de carbono son resistentes a la intemperización y los rayos solares. Las propiedades físicas y mecánicas de estos materiales se muestran en el apéndice 6.12.

De acuerdo al proceso se concluyó :

- La evaporación solar se llevará a cabo en una cancha de concreto con revestimiento de Cloruro de polivinilo (PVC).
- La reacción se efectuará en tanques de fibra de vidrio. El impulsor será tipo hélice de acero inoxidable 316.
- La filtración se llevará a cabo en filtros de succión al vacío de fierro revestido con fibra de vidrio.

El medio filtrante adecuado es polyester.

- El sulfato de Aluminio y Amonio será secado al ambiente en una cancha de loza de concreto.
- El contenedor y los tanques de almacenamiento serán construídos de fierro con revestimiento de fibra de vidrio.
- Las tuberías y las válvulas serán de acero

inoxidable 304.

- Las bombas de acero inoxidable 316.

#### 4.3 DISEÑO DE LOS EQUIPOS

##### 4.3.1 DISEÑO DE LA CANCHA DE EVAPORACIÓN

Para iniciar el proceso de obtención del Sulfato de Aluminio y Amonio se alimenta la materia prima proveniente de la Planta de Intercambio Iónico a una cancha de evaporación para poder evaporarlo aprovechando la energía solar de Arequipa.

Los datos referentes a la radiación solar en Arequipa, fueron tomados por el Observatorio Geofísico de Characato, situado a 12 km. al S.E. de Arequipa, y se ha encontrado variaciones de los momentos de ocurrencia y de magnitudes de los valores máximos y mínimos del curso anual de la radiación solar, como el que se muestra en el cuadro siguiente :

CUADRO 4.1: Valores de la radiación solar en Arequipa

NIVEL DE RADIACION	PERIODO	MAGNITUDES (Kcal/m <sup>2</sup> .dia)
Mínima 1	3 Feb. - 18 Mar.	3,700-5,640
Mínima 2	11 Jun. - 28 Jun.	4,300-5,000
Máxima	31 Oct. - 06 Dic.	5,800-6,500

En el estudio de la radiación solar global es importante relacionar esta última con la insolación (horas sol) presentada en la región, siendo el promedio anual de radiación solar en Arequipa de 5,640 Kcal/m<sup>2</sup> .

CALCULO DEL AREA DE EVAPORACION

Volumen de Raff = Vol Teórico + 10% (Pérdidas por evap.) + 2% (Pérdidas por filtración).

$$\text{Volumen de raff teórico} = \frac{0.3 * 3000 * 10^3}{71} = 12676 \text{ lt}$$

Luego :

$$\text{Volumen de Raff} = 12676 (1.12) = 14197 \text{ lt} = 3756 \text{ gal}$$

$$\text{Radiación solar} = 5640 \text{ Kcal/m}^2$$

$$\text{Calor latente del agua} = 10595 \text{ cal/mol-gr}$$

$$\text{Agua evaporada} = \frac{5640 * 1000}{10595} * 18 = 9582 \text{ gr/m}^2 = 9.6 \text{ Kg/m}^2$$

(por día \* m<sup>2</sup> )

$$\text{Volumen de agua que se desea evaporar} = \frac{14197}{2}$$

$$= 7098.5 \text{ lt} = 7098.5 \text{ Kg.}$$

$$\text{Vol. de agua que se desea evaporar} = 70985 \text{ Kg}$$

$$\text{Area} = \frac{\text{Vol. de agua que se desea evaporar}}{\text{agua evaporada por día} \times \text{m}^2} = \frac{70985 \text{ Kg}}{9.6 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\text{Area necesaria} = 739 \text{ m}^2$$

#### CALCULO DE LA ALTURA DEL LIQUIDO

$$\text{Volumen de Raff} = \text{Area} \times \text{altura}$$

Luego :

$$\text{altura} = \frac{14.2}{739} = 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Como se va a obtener el 50% de evaporación, la altura de agua evaporada sería de 1 cm, este valor se verifica con las pruebas de evaporación realizadas en Cerro Verde en un área de 20m<sup>2</sup> con 2,000 lt de Raff cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO 4.2: Prueba de evaporación del Raff con energía solar

Día	Altura (cm)	Altura Evaporada (cm)	% Evaporación (altura)
0	10.5	-	-
1	9.5	1.0	9.5
2	8.5	2.0	19.0
3	7.8	2.7	25.7
4	7.0	3.1	33.3
5	5.5	5.0	47.6
9	3.8	6.7	64.3

Debido a que esta operación es la parte del proceso más importante para lograr el normal funcionamiento de la Planta, es conveniente asegurar una eficiente evaporación utilizando aspersores además de considerar el área necesaria para una evaporación estática, lo que equivale a sobredimensionar la cancha de evaporación.

## CARACTERISTICAS DE LA CANCHA DE EVAPORACION

Forma óptima = semicircular

Radio = 21.5

Angulo de inclinacion = 3°

Número de aspersores = 15

Materiales : Grupo de polivinilo (PVC)

Color : negro

Espesor : 0.002m

### 4.3.2 DISEÑO DE LOS TANQUES AGITADOS

El diseño de tanques agitados del proceso se hará por escalamiento basado en pruebas a menor escala. El resultado del proceso puede ser descrito como : velocidad de transferencia de masa, tiempo de mezcla, grado de mezcla, extensión de la reacción.

Se han desarrollado reglas de escalamiento basadas en ~~conceptos~~ conceptos fundamentales, análisis dimensional, correlaciones empíricas y experimentales en procesos.

El análisis dimensional identifica razones de variables que describan formas de similitud. Los conceptos de similitud utilizan relaciones matemáticas para comparar los resultados de agitación en sistemas de distintos tamaños.

La similitud geométrica es la más

importante aplicación del concepto de similitud a los problemas de agitación. Se puede considerar además de la similitud geométrica la mecánica, técnica y química, cada una de ellas requieren la similitud: geométrica y progresivamente requerimientos más restrictivos en razones de tiempo, fuerzas, temperaturas, composiciones, etc.

La similitud geométrica fija la razón de varias longitudes dentro del sistema agitado, llamando a estos razones adimensionales que son:

$$S = \frac{D_t}{D_a}, \quad S = \frac{E}{D_a}, \quad S = \frac{L}{D_a}, \quad S = \frac{W}{D_a}$$

$$S = \frac{J}{D_t}, \quad S = \frac{H}{D_t}$$

Donde :

$D_t$  : Diámetro del tanque.

$D_a$  : Diámetro el agitador.

$E$  : Distancia entre la base del tanque, al impulsor.

$L$  : Largo de paletas.

$W$  : Ancho de paletas.

$J$  : Ancho de los deflectores

$H$  : Altura del líquido

Estos factores de forma deben ser iguales en forma respectiva para el núcleo y el tamaño final. Así tenemos :

$$\left[ \frac{D_t}{D_a} \right]_1 = \left[ \frac{D_t}{D_a} \right]_2$$

$$\frac{\left( \frac{D_t}{D_a} \right)_2}{\left( \frac{D_t}{D_a} \right)_1} = R = \dots$$

Donde R es la razón de escala que es válida para las demás dimensiones.

El valor de la velocidad de agitador para lograr una performance dada será calculada por :

$$N_2 = N_1 \left[ \frac{1}{R} \right]^n \dots (1)$$

Donde  $N_1$  es la velocidad del agitador en pruebas a pequeña escala y n está basado en consideraciones teóricas y empíricas y depende del tipo de problema de agitación.

Cuando se tenga transferencia de masa entre fases fluidas o una velocidad de disolución de sólidos, está relacionado con la turbulencia, y el movimiento del fluido en la interfase, y en este caso  $n=1/4$ .

La potencia del motor se calcula con la siguiente relación:



$$p = \frac{\rho N^3 D^5}{\mu} \dots (5)$$

Donde :

$$q = \frac{N p \rho}{\mu} \quad N = \frac{P g}{\rho D^3}$$

$$N_p = \frac{P g}{\rho D^3}$$

y:

$$m = \frac{a \cdot 10^3 \text{ Ore}}{b} \dots (6)$$

Donde los valores de a y b dependen del tipo de agitador y si el sistema tiene o no placas deflectoras, se obtienen de la figura 2.17 del apéndice n.13, y el número de Reynolds se lo halla con la siguiente relación:

$$N = \frac{\rho n D^2}{\mu}$$

Como siempre el escalamiento nos dará velocidades de agitación y potencias no estandaras. Se escogerá el equipo industrial que tenga características más cercanas.

Al tanque de reacción se alimenta la solución de Raff evaporado y el sulfato de Amonio granulado. Para este diseño se considera dos alternativas que son las siguientes :

1) Utilizar varios reactores de volumen nominal de 150gal y con agitadores portátiles.

2) Emplear un solo reactor por cada batch.

PRIMERA ALTERNATIVA:

Calculamos primero el número de batch realizados por día:

Tiempo total disponible = 6h

Tiempo de llenado = 10 min.

Tiempo de reacción = 60 min.

Tiempo de vaciado = 10min.

Tiempo total / batch = 80min.

Entonces, el número de batch por día es :

$$\text{batch/día} = \frac{6\text{hr}}{80\text{min}} * \frac{60\text{min}}{\text{hr}} = 4$$

La mezcla de alimentación es de 1778 gal/día.

Como el número de batch es cuatro entonces:

$$\text{Volumen de mezcla/batch} = \frac{1778}{4} = 447 \text{ gal.}$$

Considerando, que el volumen del líquido es 75% del volumen del tanque se tiene:

$$\text{Número de reactores} = \frac{447 \text{ gal}}{150 \text{ gal} * 0.75} = 4$$

Para el escalamiento basado en la similaridad geométrica se recomiendan los siguientes factores de forma :  $S_1 = 3.3$ ,  $S_2 = 1.0$  y  $S_3 = 1.0$  (Figura 9.15, curva A del apéndice 6.13). De esta manera, el diámetro del tanque de prueba y el de escala real se escogerán de tal forma que se cumpla en ambos que  $S_3$  vale 1.0, o sea que la altura del nivel de fluido sea igual al diámetro.

El volúmen del fluido por cada tanque es :

$$V = \frac{447}{4} = 112 \text{ gal} = 0.42 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} D^3$$

Se encuentra que :  $Dt_2 = H_2 = 0.8 \text{ m}$ .

Luego la altura del tanque es:

$$Ht = 0.8 * 1.2 = 0.96 \text{ m}$$

El tanque del modelo deberá tener el mismo valor de  $S_1$  , que se cumple para  $Dt_1 = 0.07 \text{ cm}$ , siendo la razón de escala:

$$R = \frac{Dt_2}{Dt_1} = \frac{0.8}{0.07} = 11.42$$

Con  $S_1 = 3.3$  el diámetro del impulsor del

tanque es:

$$Da_2 = \frac{Dt_2}{S_1} = \frac{0.08}{3.3} = 0.024 \text{ m}$$

Como se usó un impulsor de 0.03 cm de diámetro, entonces con  $S_2 = 1.0$ , tendremos para el modelo que:

$$\frac{E_1}{Da_1} = 1 \text{ donde } E_1 = 0.03\text{m}$$

Y para el tanque real :

$$\frac{E_2}{Da_2} = 1 \text{ donde } E_2 = 0.24\text{m}$$

En las pruebas experimentales se utilizó una velocidad del agitador de 560 RPM luego, de la ecuación (1), se tiene :

$$N_2 = 560 \text{ RPM } (1/11.42)^{\frac{1}{4}} = 304.6 \text{ RPM} = 305 \text{ RPM}$$

Con esta velocidad del agitador se calculará el número de Reynolds :

$$Re = \frac{Da^2 n}{\mu} =$$

$$Da = 24 \text{ cm.}$$

$$n = 305 \text{ RPM}$$

$$\delta = 1.36 \text{ gr/ml}$$

$$\mu = 0.2 \text{ gr/cm*seg}$$

Luego :

$$N_{Re} = \frac{24^2 * 305 * 1.36}{0.2 * 60} = 19910$$

$$N_{Gr} = \frac{24 * (305/60)^2}{980} = 0.63$$

En la Figura 5.13 del apéndice 6.13 se encuentra que :

$$a = 1.7$$

$$b = 18$$

Reemplazando en la ecuación (3) :

$$m = - 0.14$$

De la curva A de la figura 9.15 del apéndice 6.13 se encuentra  $\phi = 1.01$

La potencia necesaria del motor se calcula reemplazando valores en la ecuación (2):

$$P = \frac{1.0 (0.63)^{-0.14} * 1360 \frac{305 \text{ kg}}{60} * 0.24 \text{ m}}{9.8} = 15.48 \frac{\text{Kgr} * \text{m}}{\text{seg}}$$

$$P = 0.20 \text{ Hp}$$

Considerando una eficiencia del 75%, el consumo de potencia por reactor es :

$$P = \frac{0.20}{0.75} = 0.26 \text{ HP}$$

Para este servicio se utilizará un motor estandar de 0.25HP.

#### SEGUNDA ALTERNATIVA:

calculamos primero el número de batch por día:

Tiempo total disponible = 6 h

Tiempo de llenado = 25 min.

Tiempo de reacción = 60 min.

Tiempo de vaciado = 20 min.

Tiempo total / batch = 105 min.

El número de batch por día es :

$$N = \frac{6 \text{ h} * 60 \text{ min.}}{105 \text{ min} * 1 \text{ h}} = 3$$

El volúmen de la mezcla por cada batch es :

$$V = \frac{1788}{3} = 596 \text{ gal} = 2.26 \text{ m}^3$$

Para el escalamiento se recomienda  $S_1 = 3.3$ ,  $S_2 = 1.0$  y  $S_3 = 1.0$ .

Como el volúmen de fluido es de  $2.26 \text{ m}^3$ , se tiene que:

$$V = 2.26 = \frac{\pi D^3}{4}$$

$$Dt_2 = H_2 = 1.42 \text{ m.}$$

Luego la altura del tanque es:

$$Ht = 1.42 \times 12 = 1.8 \text{ m}$$

El tanque del modelo deberá tener el mismo valor de  $S_1$ , donde  $Dt_1 = 0.07 \text{ m}$ , luego :

$$R = \frac{Dt_2}{Dt_1} = \frac{1.42}{0.07} = 20.28$$

Con  $S_1 = 3.3$ , el diámetro del impulsor del tanque es :

$$Da_2 = \frac{1.42 \text{ m.}}{3.3} = 0.43 \text{ m.}$$

Como se usó un impulsor de  $0.03 \text{ m}$  de diámetro, entonces con  $S_2 = 1$ , tendremos para el modelo lo siguiente:

$$\frac{E_1}{Da_1} = 1 \quad \text{donde } E_1 = 0.03m$$

Y para el tanque real:

$$\frac{E_2}{Da_2} = 1 \quad \text{donde } E_2 = 0.43m$$

En las pruebas experimentales se utilizó un agitador tipo hélice a 560 RPM, luego en la ecuación (1) se tiene:

$$N_2 = 560 \text{ RPM } (1/20.28)^{1/4} = 264 \text{ RPM}$$

$$N_{RE} = \frac{Da^2 n \delta}{\mu}$$

$$N_{RE} = \frac{41^2 * (264/60) * 1.36}{0.2} = 50,295$$

$$N_{re} = \frac{41 * (264/60)^2}{980} = 0.81$$

En la Figura 5.13 del apéndice 6.13, se tiene:  $a = 1.7$ ,  $b = 18$ , reemplazando en la ecuación (3) se obtiene  $m = -0.17$

De la curva A de la figura 9.15 del apéndice 6.13 se encuentra  $\theta = 1.0$

La potencia necesaria del motor se calcula reemplazando en la ecuación (2):



$$P = \frac{1.0 * 0.81^{2.17} * 1360 * (264/60)^3 * 0.41^5}{9.8}$$

$$P = 141.94 \frac{\text{Kg-m}}{\text{seg}} = 1.94 \text{ HP}$$

Considerando una eficiencia de 75%, la potencia del motor es:

$$P = \frac{1.9}{0.7} = 2.7 \text{ HP}$$

#### CARACTERISTICAS DEL REACTOR

Número requerido : 4 .

Forma : Cuerpo cilíndrico con base cónica

Capacidad Nominal : 0.55 m<sup>3</sup> (150gal)

Material : Fibra de vidrio

Diámetro del cilindro : 0.80m

Altura del cilindro : 0.96m

Salida del fondo cónico : 0.051m (2")

Espesor : 0.005m.

### AGITADOR

Número : 4

Tipo : Hélice de tres palas

Diámetro : 0.24 m.

### MOTOR:

Número : 4

Potencia : 0.25 HP

Velocidad : 305 RPM

#### 4.3.3 DISEÑO DE FILTRO AL VACÍO

Para la selección del tipo de filtro se ha tomado en cuenta las características de la mezcla a filtrar (tabla 19.25 del apéndice 6.14.). .

Concentración de sólidos = mayor de 20%

Velocidad de asentamiento = rápida

Siendo la cantidad a filtrar por cada reactor pequeña, el tipo de filtro adecuado es el filtro de succión por lotes, y se ha escogido el filtro inclinable de Galingher debido a su dependencia de accesorios sencillos, su bajo costo y la posibilidad de construirlo fácilmente. Este filtro es un mesa horizontal al vacío, con una plataforma poco profunda que tiene un rejilla de drenaje, debajo de

ésta tiene una plataforma con inclinación hacia el centro para recibir el líquido, y también un medio de soporte para el piso, el vacío se suministra mediante una bomba que con un recolector de filtrado forma parte de la estación de filtración. La bandeja del filtro está sostenida de tal modo que pueda deslizarse horizontalmente 30 cm y luego guiar en un ángulo de 180° después de concluir la filtración con el fin de facilitar el retiro de la torta.

#### CALCULO DEL AREA Y TIEMPO DE FILTRADO

De la tabla 19-28 del apéndice 6.14 para la filtración de sales se tiene lo siguiente :

Capacidad aprox. de filtro : 125 lb/ft<sup>2</sup> \*hr  
(mínima capacidad)

De la figura 6.74 -Apéndice 6.16 se obtiene:

Presión de vacío: 10 " Hg.

Luego para, los siguientes datos:

Masa de torta seca / lote = 750 Kg

Volumen de torta seca (  $\rho = 1.64 \text{ gr/cm}^3$  )

0.46 m<sup>3</sup>

Volumen de torta húmeda (10% de humedad)

0.51m<sup>3</sup>

Altura de la torta húmeda = 0.06m

se tiene :

$$\text{Área de filtración} = \frac{0.51}{0.06} = 8.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Tiempo de filtración} = \frac{\text{peso de la torta húmeda}}{\text{capacidad de filtración} \times \text{área}}$$

$$\text{Peso de la torta húmeda} = 750 \times 1.1 = 825 \text{ Kg.}$$

$$\text{Capacidad de filtración} = \frac{125 \text{ lb}}{\text{ft}^2 \text{ hr}} = 10.2 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}^2 \cdot \text{min.}}$$

Luego:

$$\text{Tiempo de filtración} = \frac{825}{10.2 \times 8.5} = 10 \text{ min.}$$

Siendo el tiempo de filtración bajo en comparación con el tiempo de reacción, es posible realizar la filtración con la mitad del área calculada (equivalente a dos reactores), sin que haya mucho ocioso del reactor, esto se puede apreciar en el diagrama de Gant que se muestra en la figura 4.1 y de donde se obtiene:

Tiempo total por lote en el reactor: 105 min.

Tiempo total de operación: 7.2 hrs.

Tiempo de filtración / lote = 40 min.

EQUIPO

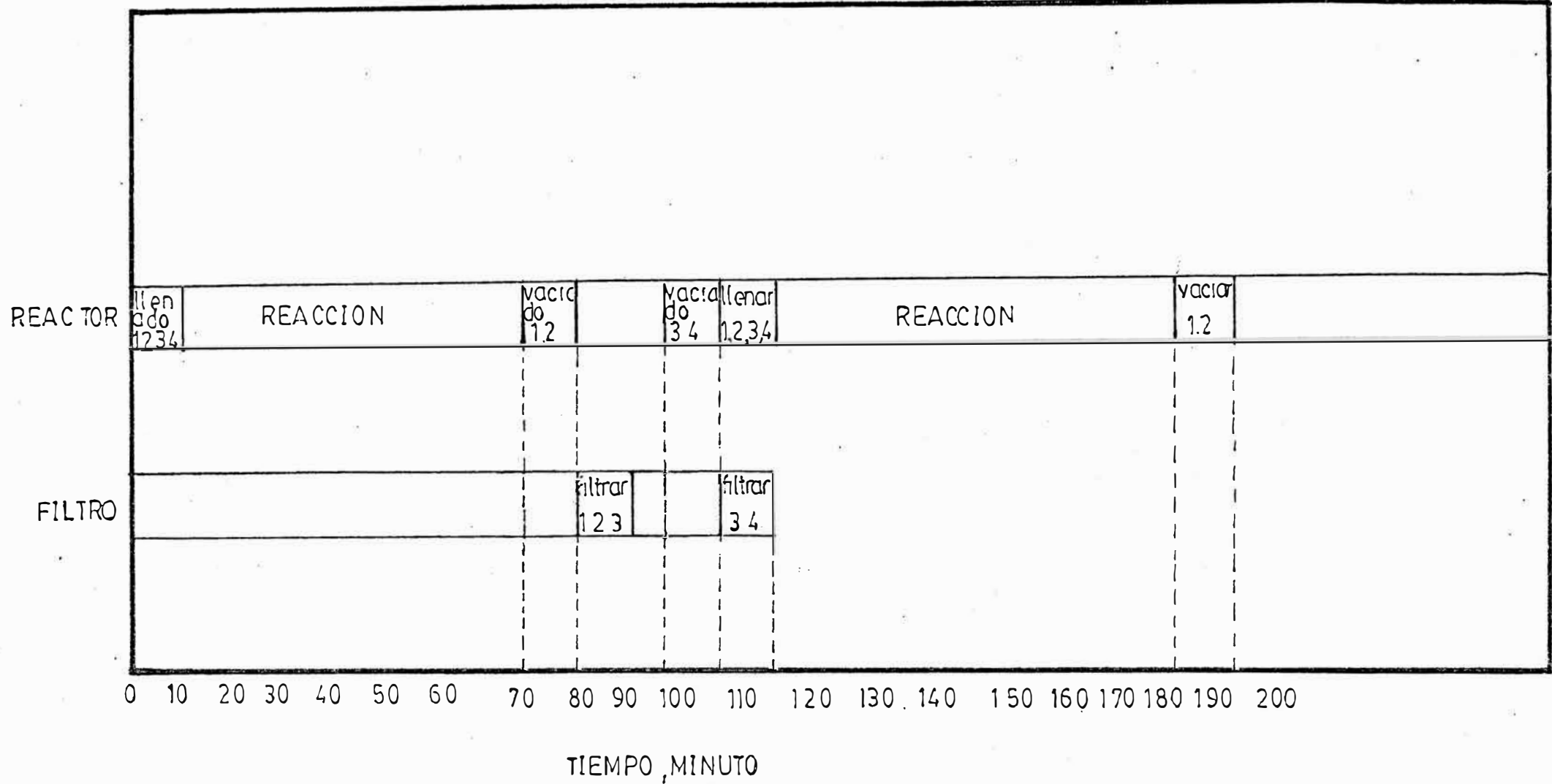


FIG 4.1 DIAGRAMA DE GANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
UNIDAD DE PROCESOS TECNICOS  
BIBLIOTECA CENTRAL

## CARACTERISTICAS DEL FILTRO

Tipo : Filtro inclinable de Galigher

Número : 4

Dimensiones : 1.0m \* 1.0m

Presión de operación al vacío : 10"hg.

Medio filtrante : Membrana de Polyester

Style N. 192-0.03-00

Material de construcción : Fierro revestido  
con fibra de vidrio.

### 4.3.4 DISEÑO DEL SECADOR

Para seleccionar un tipo de secador adecuado se debe tomar en consideración :

- Contenidos de humedad en la entrada y la salida
- Temperatura del gas en la entrada y la salida
- Temperatura del material en la entrada y salida
- Índice de alimentación
- Velocidad del gas
- Tiempo de retención o tiempo de paso por el secador
- consumo de combustible

Para el secado de los sólidos se realizó el estudio de dos alternativas.

1) Secado continuo durante 7 horas de trabajo utilizando un secador de túnel con faja transportadora y el aire calentado con serpentines de vapor como fluido caliente.

2) Secado por lotes en una cancha de evaporación utilizando la energía solar de Arequipa.

Los cálculos de diseño se muestran a continuación :

#### PRIMERA ALTERNATIVA

Se considera el secador de túnel con flujo paralelo con el objeto de obtener un mejor control de humedad.

$$G_s = ?$$

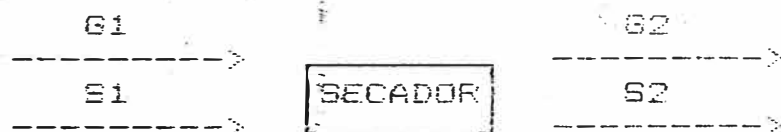
$$G_s = ?$$

$$Y_1 = 0.012$$

$$Y_2 = ?$$

$$T_1 = 120^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 40^\circ\text{C}$$



$$S_s = 429 \text{ Kg/h}$$

$$S_s = 429 \text{ Kg/h}$$

$$X_1 = 0.11$$

$$X_2 = 0$$

$$T_1 = 23^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 30^\circ\text{C}$$

Donde :  $G_s$  : Kg aire / hr  
 $Y_1$  : Kg agua / Kg aire  
 $G_s$  : Kg sólido / hr  
 $X_1$  : Kg agua / Kg sólido

Utilizando la carta psicrométrica del apéndice 6.15 se obtuvo el valor de  $Y_1$  (humedad absoluta).

El valor de  $T_1$  se obtuvo utilizando datos del laboratorio.

$$T_{BS} = 105^{\circ}\text{C}$$

$Y_2$  = Humedad absoluta de Lima (90% saturación del aire y  $25^{\circ}\text{C}$ )

$$Y_2 = 0.018 \text{ (carta psicrométrica).}$$

$$T_{BH} = \text{Temperatura de bulbo húmedo} = 39^{\circ}\text{C}$$

La Humedad absoluta de Arequipa a  $23^{\circ}\text{C}$  y 70% de saturación del aire es 0.012 Kgagua/Kg aire seco.

Con el valor de  $T_{BH}$  y la humedad absoluta del aire en Arequipa se encuentra que es necesario calentar el aire hasta la temperatura de  $120^{\circ}\text{C}$ .

#### BALANCE DE MASA:

$$G_s (Y_2 - Y_1) = G_s (X_1 - X_2)$$

$$G_s (Y_2 - 0.012) = 429 (0.11 - 0)$$



BALANCE DE ENERGIA:

$$G_s H_{G1} + S_s H_{s1} = G_s H_{G2} + S_s H_{s2} + Q$$

Q = 10% del calor que lleva el aire

$$0.96 G_s H_{G1} + S_s H_{s1} = G_s H_{G2} + S_s H_{s2} \dots (1)$$

Se sabe que para una mezcla aire-agua la entalpia esta dada por :

$$H_G = C_B (T_G - T_0) + Y C_A (T_G - T_0) + \lambda_0 Y$$

$$T_0 = 0^\circ C$$

$$H_S = (C_B + Y C_A) T_G + \lambda_c Y$$

$$C_B = \frac{1005 \text{ J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ K}$$

$$C_A = \frac{1884 \text{ J}}{\text{Kg} \cdot ^\circ K}$$

$$\lambda_0 = 2502300 \frac{\text{J}}{\text{Kg}}$$

Luego:

$$H_{G1} = (1005 + 0.012 \cdot 1884) 120 + 2502300 \cdot 0.012$$

$$H_{G1} = 147.94 \text{ KJ/Kgr.}$$

$$H_{G2} = (1005 + 1884 Y_2) 40 + 2502300 Y_2$$

$$H_{G2} = 40.2 + 2426.98 Y_2 \dots (2)$$

$$H_{s1} = C_s (T_s - T_0) + X C_A (T_s - T_0) + H_A$$

$$H_A = 0$$

$$C_s = 41.2 \text{ (SO}_4\text{)}_s \cdot 18 H_2 O = 1467.2 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ K$$

$$H_{s1} = 1467.2 (23 - 0) + 0.11 \cdot 1884 (23 - 0)$$

$$H_{s1} = 38.51 \text{ J/kg}$$

$$H_{s2} = 1467.2 \quad (30-0)$$

$$H_{s2} = 44.02 \text{ J/kg}$$

Reemplazando en (1):

$$G_s(0.9 H_{G1} - H_{G2}) + S_s(H_{s1} - H_{s2}) = 0$$

$$G_s(0.9 * 147.91 - 40.2 - 2426.94 Y_2) + 429 (38.52 - 44.02) = 0$$

$$92.92 G_s - 2426.94 G_s Y_2 - 2359.5 = 0$$

Del balance de masa tenemos:

$$G_s(Y_2 - 0.012) = 429 (0.11 - 0)$$

$$G_s Y_s - 0.012 G_s = 47.19$$

$$G_s = \frac{47.19}{Y_2 - 0.012}$$

$$4384.89 - 114527.3 Y_2 = 2359.5 Y_2 - 28.31$$

$$Y_2 = 0.0378 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg aire seco}}$$

$$G_s = 1832.25 \text{ Kg/hr}$$

Reemplazando en (2):

$$H_{G2} = 130 \text{ KJ/Kg}$$

$$G = 1930.01 \text{ Kg/hr (a condiciones de salida del aire)}$$

$$\delta = \frac{PM}{RT}$$

$$M = 0.012 * 18 + 0.988 * 29$$

$$M = 28.87$$

$$\delta = 1.19 \text{ gr/lt} = 1.19 \text{ Kg/m}^3$$

Entonces :

$$G = 1621.9 \text{ m}^3 / \text{hr} = 88.7 \text{ lt/min}$$

$$A = 1.0 \text{ m}^2$$

$$V = 1621.9 \text{ m/hr} = 27.033 \text{ m/min}$$

#### CARACTERISTICAS DEL SECADOR DE TUNEL

Peso total de sólidos húmedos : 3300 Kg

Horas disponibles : 7 hr.

Tiempo de secado : 30 min

$$\frac{\text{Peso de sólidos a secar}}{\text{Vuelta de banda transportadora}} = \frac{3300}{7*2} = 236 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Peso de sólidos secos}}{\text{Vuelta de banda transportadora}} = \frac{3000}{7*2} = 214 \text{ Kg}$$

$$\text{Volúmen de sólido seco : } \frac{214}{1640} = 0.13 \text{ m}^3$$

Volumen de sólido húmedo (10% humedad)

0.143m<sup>3</sup>

Altura de lecho : 0.015 m

$$\text{Area de secado} = \frac{0.143}{0.015} = 9.6 \text{ m}^2$$

Ancho de la banda transportadora : 1.5m

Largo de la banda transportadora : 6.5m

$$\text{Velocidad de la faja} = \frac{6.5}{30} = 0.22 \text{ m/min}$$

$$\text{Flujo del aire} : 1930.01 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 1621.9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

### SEGUNDA ALTERNATIVA

Secado del producto en una cancha de secado

### CALCULO DEL AREA NECESARIA

$$\text{Energía solar disponible} : 5640 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}}$$

$$235 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr}}$$

$$\text{Peso de sólido húmedos/lote} : \frac{3300}{4} = 825 \text{ Kg}$$

Peso de agua a evaporar : 82.5 Kg

Qcedido aire= Qganado sólido

del diseño del secador tipo tunel se obtiene que el calor que necesitan los sólidos para ser secados es :

$$Q_{\text{ced aire}} = \frac{G_s(H_{\text{in}} - H_{\text{out}})}{S} \dots \dots \dots (3)$$

Qced aire : calor cedido por el aire para secar 1 Kgr de sólidos húmedos.

$$G_s: \text{flujo de aire } \left( \frac{\text{Kg aire seco}}{\text{hr}} \right)$$

H : Entalpía del aire (J/Kg aire seco)

$$S : \text{flujo de sólidos } \left( \frac{\text{Kg sólidos húmedos}}{\text{hr}} \right)$$

Reemplazando valores se tiene :

$$G_s = 1861.25 \text{ Kg/h}$$

$$H_{\text{in}} = 147.91 \text{ KJ/Kg}$$

$$H_{\text{out}} = 130 \text{ KJ/Kg}$$

$$S = 472 \text{ Kg/hr}$$

Reemplazando en (3) se obtiene :

$$Q_{\text{ced aire}} = 70625 \frac{\text{J}}{\text{Kg}} = 16.9 \text{ Kcal/Kg}$$

El calor total requerido por lote es :

$$Q_{\text{req.}} = 825 * 16.9 = 139422.5 \text{ Kcal}$$

El área de la cancha de secado se diseñará

Considerando:

Tiempo de secado = 60 min

Tiempo total disponible = 6 hr.

Tiempo de llenado de cancha = 15min.

Tiempo de vaciado = 10 min.

Tiempo total de secado = 85 min

$$\text{Número de lotes} = \frac{6 \times 60}{85} = 4$$

Peso de sólidos secos/lote = 750 Kg

$$\text{Volumen de sólidos secos/lote} = \frac{750}{1640} = 0.46 \text{ m}^3$$

Volumen de sólidos húmedos/lote = 0.51 m<sup>3</sup>

#### CALCULO DEL AREA NECESARIA

$$A = \frac{\text{Calor requerido } 13942.5}{\text{Energía solar } 235} = 59.3 \text{ m}^2 \approx 60 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura de sólidos} = \frac{0.51}{59.3} \times 100 = 0.9 = 1 \text{ cm.}$$

#### CARACTERISTICAS DE LA CANCHA DE SECADO

Largo = 10 m

Ancho = 6 m

Area de secado = 60 m<sup>2</sup>

#### NIVELADORES

Longitud = 3.0m

Ancho = 0.08m

Altura = 0.05m

Material : madera

#### 4.3.5 DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento serán diseñados para trabajar a presión atmosférica y serán de forma cilíndrica ya que son los de menor costo.

Para el diseño de los tanques se utilizará el modelo más comúnmente usado, en el cual, la altura del líquido a almacenar será igual al diámetro del tanque y la altura total de éste será 20% mayor que la altura del líquido.

DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL RAFF  
EVAPORADO

Tiempo de almacenamiento = 2 días

Volumen de Raff evaporado/día = 6.5 m<sup>3</sup>

Volumen de Raff a almacenar = 6.5 \* 2 = 13m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 2.5m.

Altura del tanque = 3.0 m.

Volumen del tanque = 14.7m<sup>3</sup>



DISERNO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL LIQUIDO DE FILTRACION

Volumen de mezcla / reactor = 112 gal =  
0.42m<sup>3</sup>

% sólidos = 35 %

Volumen de filtración / batch de reacción =  
0.42 \* 0.65 \* 4 = 1.1m<sup>3</sup>

Tiempo de almacenamiento = 2 días

Nro. de batch / día = 4

Volumen de líquido a almacenar = 1.1 \* 2 \* 4  
= 8.8m<sup>3</sup>

Diámetro del tanque = 2.3 m

Altura del tanque = 2.7m.

Volumen del tanque = 11.2m<sup>3</sup>

## DISEÑO DEL RECIPIENTE MOVIL

Peso de torta húmeda/batch de reacción =  $\frac{3300}{4}$  = 825Kg

% humedad = 10%

Peso de torta seca = 742.5 Kg

Densidad del sólido seco = 1.64 gr/cm<sup>3</sup>

Volumen de torta seca = 0.45m<sup>3</sup>

Peso de agua = 82.5 Kg.

Volumen del agua de humedad = 0.083m<sup>3</sup>

Volumen total de la torta húmeda = 0.62m<sup>3</sup>

Area del envase = 1.5m \* 1.2m = 1.8m<sup>2</sup>

Altura =  $\frac{0.62}{1.8}$  = 0.34 m

Luego las dimensiones del recipiente móvil son :

Largo = 1.5 m.

Ancho = 1.2 m.

Altura = 0.5 m.

#### 4.3.6 DISEÑO DE BOMBAS

Para la selección de la bomba adecuada para el servicio hay una serie de aspectos que deben ser tomados en cuenta, los que son:

- Líquido que se va a manejar
- Carga dinámica total
- Cargas de succión y descarga
- Temperatura
- Viscosidad
- Presión de vapor
- Densidad relativa
- Presencia de sólidos y
- Características de corrosión que exigen materiales especiales.

Debido a la gran variedad de tipos de bombas y la cantidad de factores que determinan la selección de ellas el intervalo de funcionamiento es siempre una consideración importante, la figura 6.5.1 del Apéndice resulta útil para limitar la evaluación de los tipos de bombas.

##### 4.3.6.1 DISEÑO DE LA BOMBA DE VACÍO(B-1)

De las figuras 6.74 y 6.75 del apéndice 6.16 se encuentra que el vacío requerido

normalmente para la filtración es de 10" Hg y la bomba recomendable es de tipo rotatoria con sello de agua y etapa simple.

Cálculo de la potencia :

La potencia de la bomba está dada por :

$$W = - RT \ln \frac{P_2}{P_1}$$

Donde :  $T = 298^\circ K$

$P_2 = 10" Hg$

$P_1 = 29.92" Hg$

$R = 1.987 \text{ cal / gr.mol}^\circ K$

$W = 431.17 \text{ cal / gr.mol}$

Para un desplazamiento de aire de 40 m<sup>3</sup> /hr, el número de moles del aire desplazado considerándolo como un gas ideal es :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 * 40000}{0.082 * 298} = 1636.93 \frac{\text{gr. mol}}{\text{hr}}$$

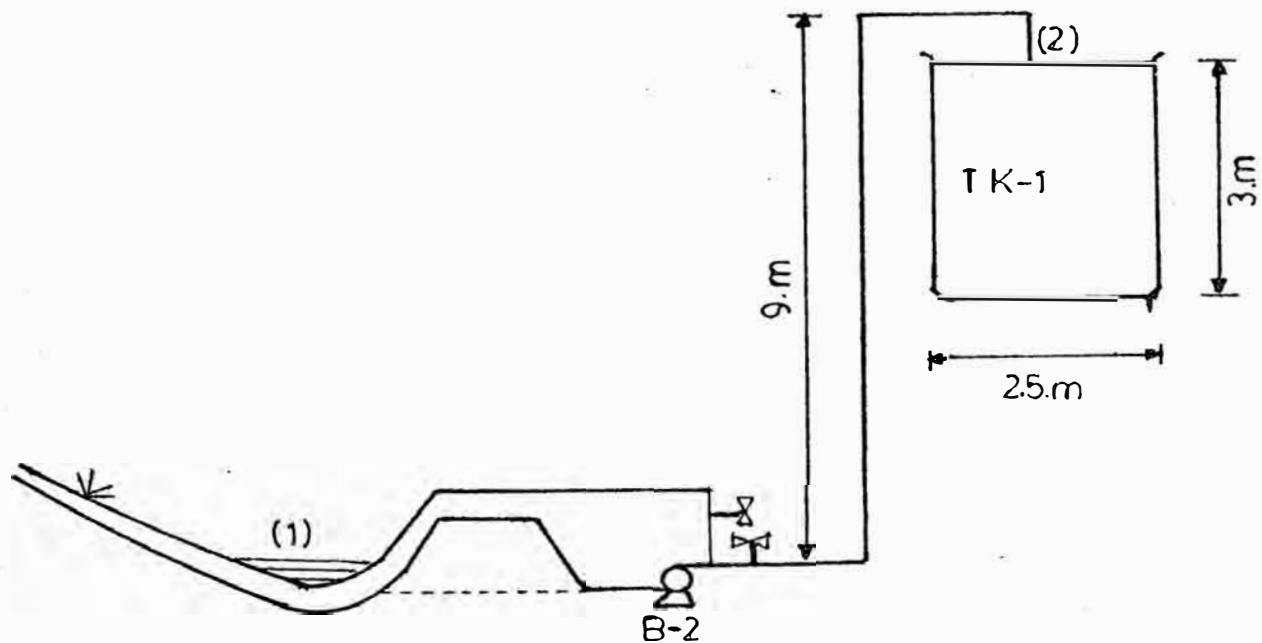
Luego, el trabajo requerido es :

$$W = 431.17 \frac{\text{cal}}{\text{gr. mol}} * 1636.93 \frac{\text{gr. mol}}{\text{hr}} = 705794.7 \frac{\text{cal}}{\text{hr}} = 1.11$$

Considerando que la eficiencia de la bomba es 75%, la potencia requerida es :

$$P = 1.1 / 0.75 = 1.5 \text{ HP}$$

#### 4.3.6.2 DISEÑO DE LA BOMBA DE LA SOLUCIÓN EVAPORADA (B-2)



$$H_{tot} = 9.0m$$

$$D_{tk} = 2.5m$$

$$H_{tk} = 3.0m$$

$$V_{ol\ tk} = 17.67m^3$$

Balance de energía mecánica en los puntos (1) y (2) :

$$\frac{P_1}{\delta g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + W = \frac{P_2}{\delta g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + hf \dots (1)$$

Considerando :  $hf = 0$

$$P_1 = P_2 = 14.7 \text{ lb / pul}^2$$

$$Z_1 = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 50 \text{ BPM} = 3.15 \text{ Lt/seg} = 0.00315 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Para la tubería cédula 40 de 2.5 pulg.

$$D_{int} = 2.469 \text{ pulg.}$$

$$\text{Area} = 0.031 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego : } V_2 = 1.016 \text{ m/seg.}$$

Entonces, reemplazando en (1) se obtiene

:

$$W = \frac{(1.016)^2}{2 (9.8)} + 9.0 = 9.05 \text{ m} = 29.69 \text{ ft.}$$

$$\text{Potencia} = H * Q * \delta \dots \dots \dots (2)$$

$$H = 29.7 \text{ ft}$$

$$Q = 0.00315 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

$$\delta = 2863.4 \text{ lb/m}^3 = 1.3 \text{ gr/ml}$$

Reemplazando valores en (2) se obtiene :

$$P = 29.69 \text{ ft} \left( 0.003115 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \right) \left( 2863.44 \frac{\text{lb}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P = 267.81 \frac{\text{lb*ft}}{\text{seg}}$$

$$P = 0.486 \text{ HP}$$

Eficiencia = 70%

$$P = \frac{0.486}{0.7} = 0.7 \text{ HP}$$

#### 4.3.7 ESTIMADO DEL DISEÑO DE TUBERIAS

Las tuberías pueden construirse con el material disponible dependiendo de las propiedades corrosivas del fluido que se maneja y de la presión del fluido.

El método para identificar las dimensiones de las tuberías ha sido el establecido por la American Standards Association y se ha convenido que el tamaño de las tuberías y de las conexiones se caracterice en función del diámetro nominal y del espesor de la pared.

En el apéndice 6.17 se encuentran tabulados las dimensiones para tubos con rosca de cédula 40 y 80.

DETERMINACION DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ALIMENTACION DE RAFF

Las condiciones del fluido son :

$$Q = 35 \text{ gal/min.} = \frac{0.0779 \text{ ft}^3/\text{s}}{3}$$

$$\delta = 1.15 \text{ gr/cm}^3 = 71.76 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 1 \text{ cp} = 6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/(ft)(s)}$$

Para flujo turbulento ( $NRe > 2100$ ) en tubería de acero se tiene que el diámetro interno óptimo está dado por :

$$D_{in \text{ opt}} = 3.9 \text{ ft}^{0.45} \times \delta^{0.13}$$

of : Flujo de fluido ( $\text{ft}^3/\text{s}$ )

$\delta$  : Densidad del fluido ( $\text{lb/ft}^3$ )

Reemplazando valores se obtiene :

$$D_{in \text{ opt}} = 3.9(0.0779)^{0.45} (71.76)^{0.13}$$

$$D_{in \text{ opt}} = 2.16 \text{ pulg.}$$

$$NRe = \frac{408}{\pi D_{in}^3} = \frac{4(0.0779 \text{ ft}^3/\text{s})(71.76 \text{ lb/ft}^3)}{\pi \left(\frac{2.16}{12} \text{ ft}\right)^3 (6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/ft}\cdot\text{s})} = 55,842$$

Luego como  $NRe > 2100$ , la suposición es correcta. De la tabla 6.17 se tiene que el tamaño nominal de la tubería es 2.5" cédula 80

Análogamente se determinó el diámetro de las otras tuberías. El cálculo se muestra en el apéndice 6.18 y el resultado en el cuadro siguiente:



CUADRO 4.3 Diámetro de las tuberías

Línea	Nro. de cedula	Tamaño Nominal de tubo (pulg).	material
L1	80	2 1/2	acero 304
L2	--	2 1/2	acero 304
L3	--	2 1/2	acero 304
L4	--	1 1/2	acero 304
L5	40	1 1/2	acero 304

L1 : Línea de alimentación de Raff sin evaporar.

L2 : Línea de recirculación de Raff.

L3 : Línea de cancha de evaporación - tanque de almacenamiento (TK-1).

L4 : Línea de tanque de almacenamiento-Reactores

L5 : Líneas de filtros- tanque de almacenamiento de solución remanente.

## CAPITULO V.

### EVALUACION ECONOMICA

En esta sección se presenta la Evaluación Económica de la Planta diseñada, esta evaluación se ha realizado para una vida útil de diez años.

Los costos de los equipos principales de la Planta han sido obtenidos directamente de las Empresas fabricantes, y para hallar los costos fijos y costos variables de producción se ha utilizado la información brindada por la Empresa Minero Perú S.A.

La depreciación ha sido calculada por el método de doble declinante o depreciación acelerada con el objeto de que, a largo plazo las ganancias sean máximas y el tipo de cambio utilizado es de 75 I./\$ a Marzo de 1988.

# 1 CALCULO DE LA INVERSION DE CAPITAL FIJO

## COSTO DEL EQUIPO ADQUIRIDO

	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>TOTAL (I/L.)</u>
		<u>UNITARIO (I/L.)</u>	
<u>Cancha de Evaporación</u>			
Membrana de PVC	739 m <sup>2</sup>	900	665,100
Aspersores	15 u	1,080	16,200
Bomba centrifuga (0.75HP)	1 u	29,645	29,645
Motor (0.75HP)	1 u	20,448	20,448
 <u>Tanque de almacenamiento (TK-1)</u>			
Tanque de fierro (15m <sup>3</sup> )	1 u	250,000	250,000
Recubrimiento de fibra de vidrio.	28.5m <sup>2</sup>	1,200	34,200
 <u>Reactores</u>			
Reactores de 150 gal	4 u	31,380	125,520
Impulsores de 9" Ø	4 u	17,000	68,000
Motores de 0.25HP	4 u	16,614	66,456
 <u>Filtros</u>			
Filtros de 1m <sup>2</sup>	4 u	32,000	128,000
Medio filtrante	45 m <sup>3</sup>	670	3,015
Bomba de vacío (1.5HP)	1 u	75,000	75,000

Tanque de Almacenamiento (TK-2)

Tanque de fierro (11.5m <sup>3</sup> )	1 u	200,000	200,000
recubrimiento de fibra de vidrio	24 m <sup>2</sup>	1,200	28,800

Recipiente móvil

Recipiente de fierro(1.0 m <sup>3</sup> )	1 u	45,000	45,000
Recubrimiento de fibra de vidrio	4.5 m <sup>2</sup>	1,200	5,400

Cancha de secado

Loza de concreto	60 m <sup>2</sup>	855	51,300
------------------	-------------------	-----	--------

Embalaje

Sellador de <u>bolsas</u>	1 u	14,000	14,000
---------------------------	-----	--------	--------

Costo del equipo adquirido(E): 1'826,084

COSTO DIRECTO TOTAL

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	
		<u>UNITARIO (I/.)</u>	<u>TOTAL (I/.)</u>
Limpieza de terreno	1,235 m <sup>2</sup>	20	24,700

CANCHA DE EVAPORACION

Corte de terreno	370 m <sup>2</sup>	255	94,350
Relleno de terreno	140 m <sup>2</sup>	255	35,700
Colocación de base	867 m <sup>2</sup>	256	221,952
Compactación de plataforma	739 m <sup>2</sup>	255	188,445
Sardinell limitador de concreto	28 m <sup>2</sup>	7,846	219,688

Tuberías

Línea de alimentación de Raff (2.5"Ø)	110 m	900	90,000
Línea de recirculación (2.5"Ø)	60 m	900	54,000
Línea al tanque TK-1 (2.5"Ø)	14 m	900	12,600

Válvulas

Tubería de alimentación de Raff (2.5"Ø)	1 u	54,000	54,000
Tubería de recirculación (2.5"Ø)	2 u	54,000	108,000
Tubería al tanque TK-1 (2.5"Ø)	1 u	54,000	54,000

## REACTORES

Estructura de madera	10 m <sup>2</sup>	1,482	14,820
Estructura metálica	1 u	25,000	25,000
Escalera	2 u	22,050	44,100
Soporte de reactores	4 u	3,000	12,000

## Tuberías

Línea de tanque TK-1 a reactores (1.5"Ø)	20 m	583	11,660
Línea de reactor a filtro (2.0"Ø)	6 m	310	1,860

## Válvulas

Tubería TK-1 reactor (1.5"Ø)	4 u	36,667	146,668
Tubería reactor-filtro (2.0"Ø)	4 u	34,000	136,000

## FILTROS

### Tuberías

Línea de filtro a tanque de vacío (1.5"Ø).	7 m	583	4,081
Línea de tanque de vacío a tanque TK-2 (1.5"Ø)	2.5 m	583	1,458

### Válvulas

Tubería Filtro-Tanque de vacío (1.5"Ø)	4 u	26,667	106,668
Tubería tanque de vacío - tanque TK-2 (1.5"Ø)	2 u	26,667	53,334
válvulas check	1 u	14,000	14,000
Instrumentación (2%E)			36,522
Instalación eléctrica (2%E)			36,522
Instalación de servicio de agua (2%E)			36,522
Mano de obra (5%E)			91,304
Pintura (1%E)			18,260
			-----
			I/. 1'934,215
Costo del equipo adquirido			1'826,084
			-----
Costo directo total (D)			3'760,299
Ingeniería y supervisión (5%E)			91,304
Gastos de construcción (5%E)			91,304
			-----
Costo total Directo e Indirecto (D+I)			I/. 3'942,907
Contingencias (10% (D+I))			394,291
			-----
			I/. 4'337,198
Inversión del capital fijo (INV) I/.		4'337,198	= \$ 57,829

## 5.2. DETERMINACION DE COSTOS

Los Costos serán hallados en \$/año

### 5.2.1 COSTOS VARIABLES

<u>RUBROS</u>	<u>COSTO</u>		<u>TOTAL (\$/AÑO)</u>
	<u>UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	
Materia Prima	0.726\$/m <sup>3</sup>	14.2 m <sup>3</sup> /día	3092.76
<u>COSTO VARIABLE</u>			
Sulfato de Amonio	0.024 \$/Kg	517.2 Kg/día	3769.12
Electricidad	0.163\$/Kw.hr	29.4 Kw.hr ----- día	1437.06
Agua	0.137 \$/m <sup>3</sup>	1.5m <sup>3</sup> /día	61.65
Plata de Cerro Verde			
	a Arequipa 6.03 \$/TM	3 TM/día	5427.00
-----			-----
COSTO TOTAL VARIABLE:			13786.19 \$/AÑO

NOTA: El cálculo del consumo de energía eléctrica y de agua se muestra en los apéndices 6.19 y 6.20



### 5.2.2 COSTOS FIJOS

Mano de Obra (4 operarios)	6400.00
Supervisor (1 Ingeniero)	4000.00
Mantenimiento (3% DFC)	1735.00
Seguros (1% DFC)	578.00
Otros ( 0.5% DFC)	289.00
Gastos de Laboratorio(15% M.O)	960.00
Gastos Administrativo(15% M.O)	960.00
Gastos Generales (15%(M.O+Super.+Mant)	1820.00

-----

COSTO FIJO TOTAL: 16742.00 \$/año

COSTO TOTAL DEL PRODUCTO PUESTO EN AREQUIPA = COSTO FIJO + COSTO VARIABLE

COSTO TOTAL DE PRODUCTO EN AREQUIPA : 30,530.19 \$/AÑO

COSTO UNITARIO DE PRODUCTO EN AREQUIPA : 33.92 \$/TM

2.54 I/Kg

### 5.3 DEPRECIACION

Inversión: 1988-1990

Inicio : 1/1/89

Vida útil de la Planta = 10 años

Se calcula por el método de la depreciación acelerada con una tasa del 10% anual, siendo el

valor de rescate cero.

La depreciación viene dada por:

$$D_n = I_0 f (1-f)^{n-1}$$

donde:  $n = 1, 2, \dots, 10$  años

$$f = 0.1$$

$$I_0 = 57.829 \text{ \$}$$

Y, se obtiene los siguientes valores:

CUADRO 5.1: Valores de depreciación

$n$	$D_n$
1	5782.9
2	5204.6
3	4684.1
4	4215.1
5	3794.2
6	3414.7
7	3073.3
8	2765.9
9	2489.3
10	2240.4

#### 5.4 INGRESO POR VENTAS

##### PROGRAMA DE PRODUCCION

Producción diaria : 3000 Kg

Días operativos : 300 días/año

Factor de servicio :  $\frac{300}{365} = 0.82$

Se considerará que la producción será constante durante los 10 años, siendo posible que ésta aumente en función de la demanda hasta su capacidad máxima de 9 TM/día (3 turnos).

Producción anual =  $3.0 \frac{\text{TM}}{\text{día}} \times 300 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 900 \frac{\text{TM}}{\text{año}}$

##### DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA

En vista que el Sulfato de Aluminio y Amonio va a competir con el Sulfato de Aluminio que es producido por la Empresa Rayón Industrial S.A se determinará el precio de venta teniendo como referencia el precio actual del mencionado producto (8.31 l/Kg sin imp.) y considerando además su equivalencia en contenido de Aluminio.

% Aluminio en  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} = 8.11\%$

% Aluminio en  $\text{AlNH}_4 (\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = 5.96\%$

$$\text{Diferencia de Aluminio} = \frac{8.11 - 5.96}{5.96} * 100 = 36\%$$

Luego el precio equivalente es :

$$\text{Precio} = 8.31 (1 - 0.36) = 5.32 \text{ I/Kg}$$

Para lograr una mayor aceptación en el mercado se ofertará un descuento de 10%, luego:

$$\text{Precio de Venta} = 4.8 \text{ I/Kg}$$

Y, el ingreso por ventas es:

$$\text{Ingreso por ventas} = \frac{4.8 \text{ I}}{\text{Kg.}} * 900 \times 10^3 \frac{\text{Kg.}}{\text{año}} = 4.32 \times 10^6 \text{ I/año} = 751 \text{ I/año}$$

$$\text{Ingreso por ventas} = 57,600 \text{ \$/año}$$

## 5.5 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

A continuación se presenta los cuadros que muestran el estado de pérdidas y ganancias para los 10 años de vida útil del proyecto.

### ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

( \$ / AÑO )

CUADRO 5.2: Información del primero al quinto año

ANOS	1	2	3	4	5
<b>INGRESOS (A)</b>					
VENTAS	57600	57600	57600	57600	57600
<b>EGRESOS</b>					
Materias primas	1560	1560	1560	1560	1560
Costo variables	12228.36	12228.36	12228.36	12228.36	12228.36
Costos Fijos	16742.00	16742.00	16742.00	16742.00	16742.00
Depreciación	5782.90	5204.60	4684.10	4215.10	3794.20
TOTAL EGRESOS (B)	36313.26	35734.96	35214.46	34745.46	34324.56
UTILIDAD BRUTA (A-B)	21286.74	21865.04	22385.54	22854.54	23275.41
IMPUESTOS (35%) (A-B)	7450.36	7652.76	7834.94	7999.10	8146.40
UTILIDAD NETA (A-B-0.35(A-B))	13836.38	14212.28	14450.60	14855.44	15129.04

CUADRO 5.3: Información del sexto al décimo año

ANOS	6	7	8	9	10
<u>INGRESOS (A)</u>					
Ventas	57600	57600	57600	57600	57600
<u>EGRESOS</u>					
Materias Primas	1560	1560	1560	1560	1560
Costo Variable	12228.36	12228.36	12228.36	12228.36	12228.36
Costos Fijos	16742.00	16742.00	16742.00	16742.00	16742.00
Depreciación	3414.70	3073.30	2785.90	2489.30	2240.40
TOTAL EGRESOS (B)	33945.06	33603.66	33296.26	33019.66	32770.76
UTILIDAD BRUTA (A-B)	23645.94	23996.34	24303.74	24580.34	24849.24
IMPUESTO 35%(A-B)	8279.23	8398.72	8506.31	8603.12	8690.23
UTILIDAD NETA (A-B-0.35(A-B))	15375.71	15597.62	15797.43	15977.22	16139.01

## 5.6 FLUJO NETO DE FONDOS

Conociendo el total de la inversión de la Planta, la utilidad neta y la depreciación en los diez años de vida útil, se calculó el Flujo Neto de Fondos cuyo resultado se muestra en los cuadros 5.4 y 5.5

### FLUJO NETO DE FONDOS

( \$/AÑO )

CUADRO 5.4

ANOS	0	1	2	3	4
<u>INVERSION</u> CAPITAL FIJO	57,829	-	-	-	-
CAPITAL DE TRABAJO	5,783	-	-	-	-
<u>TOTAL DE</u> <u>INVERSION (A)</u> (63,612)		-	-	-	-
UTILIDAD NETA (B)	0	13,836.4	14,212.2	14,450.6	14,855.4
DEPRECIA- CION(C)	0	5,782.9	5,204.6	4,684.1	4,215.1
FLUJO NETO DE FONDOS <sup>e</sup> (B+C-A)	(63,612)	19,619.3	19,416.8	19,134.7	19,070.5

CUADRO 3.5

ANOS	5	6	7	8	9	10
<u>INVERSION</u>						
CAPITAL FIJO	-	-	-	-	-	-
CAPITAL DE TRABAJO	-	-	-	-	-	5783.0
<u>TOTAL DE INVERSION(A)</u>	-	-	-	-	-	(5783.0)
UTILIDAD NETA(B):	15,129.1	15,375.7	15,579.6	15,757.4	15779.3	16,139.0
DEPRECIACION(D):	3,794.2	3,414.7	3,073.3	2,766.6	2489.3	2,240.0
FLUJO NETO DE FONDOS (B+C-A)	18,923.2	18,790.4	16,670.9	18563.3	18,466.5	24,162.3



## 5.7 RENTABILIDAD Y TIEMPO DE RECUPERO

La rentabilidad ha sido evaluada mediante los métodos de valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR). El valor actual neto se obtiene de la siguiente relación:

$$VAN = -I_0 + W + \frac{\sum FNF}{(1+i)^n}$$

Donde:

$I_0$  = Inversión del capital fijo

$W$  = Capital de trabajo (10%  $I_0$ )

$FNF$  = Flujo neto de fondos

$i$  = Tasa de interés del dólar

$n$  = Número de años (0-10)

La Tasa interna de retorno se determina cuando el valor actual neto es cero.

El resultado de la evaluación se muestra en el cuadro 5.6:

CUADRO 5.6 Variación del Valor Actual Neto (VAN)

Tiempo (Años)	FNF	VAN al (0%)	VAN al (15%)
0	-63612.0	-63612.0	-63612.0
1	19619.3	-43992.7	-46551.7
2	19416.8	-24575.9	-31869.8
3	19134.7	- 5441.2	-19288.4
4	19070.5	13629.3	- 8384.8
5	18923.2	32552.5	1023.4
6	18790.4	51342.9	9147.0
7	18670.9	70013.8	16166.1
8	18563.3	88577.1	22234.5
9	18466.5	107043.6	27483.8
10	24162.3	131205.9	33456.3

VAN (15%) = \$ 33456.3

TIR = 27.8%

El tiempo de recuperación de la inversión ha sido calculado para la tasa de interés 0 y 15%. Con los valores del cuadro 5.6 se realizó la figura 5.1 de la cual se obtiene lo siguiente:

Tiempo de recupero (0%) = 3 años 4 meses

Tiempo de recupero (15%) = 4 años 11 meses

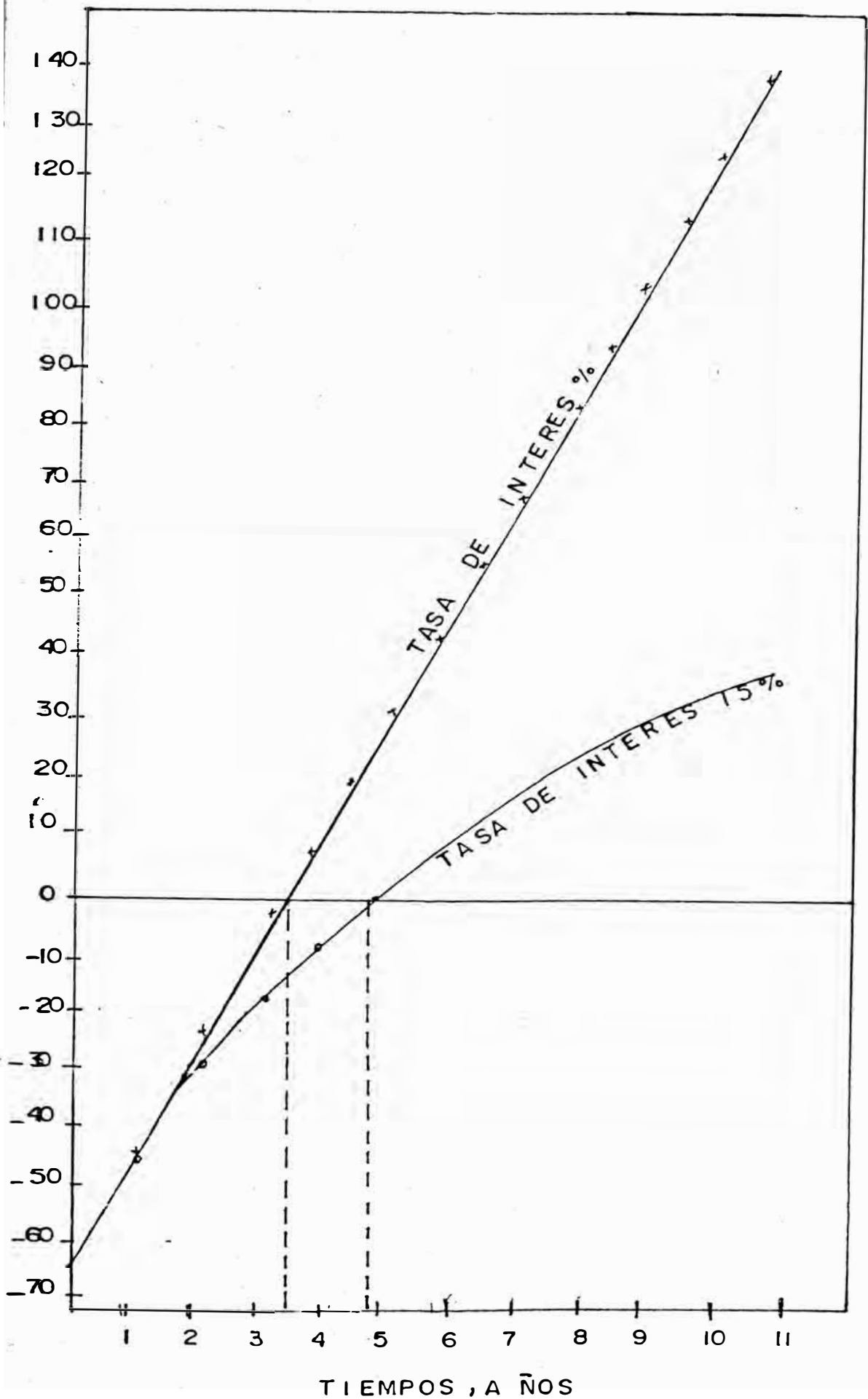


FIG 5.1: VARIACION DE L VALOR ACTUAL NETO Vs TIENPO

## CAPITULO VI

### AFENDICES

En este Capítulo se presenta resultados de análisis, métodos utilizados, cálculos de balance de masa y cálculos de diseño así como también tablas y figuras utilizadas en el desarrollo de los anteriores capítulos.

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA

1 Av. Tupac Amaru s/n Apartado 1301 Telf. 811 070 Cables UNI Lima-Perú

---

RESULTADO DEL ESTUDIO POR DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X  
DE UNA SAL DE ALUMINIO OBTENIDA POR CENTRIFUGACION.

APOYO DE TESIS : Juana Núñez Ponce - Gicela Huarag V.  
-----

Del Difractograma se establece que la muestra está  
constituida principalmente por :

sulfato de aluminio y amonio

hidratado..... $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Lima, 21 de Setiembre de 1987.

  
-----  
Ing. Maria J. Ojeda Ch.  
Jefe Lab. ESPECTROMETRIA

RESULTADO DEL ANALISIS ESPECTROGRAFICO CUALITATIVO DE UNA MUESTRA SOLIDA DE SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO OBTENIDO POR EVAPORACION .

APOYO DE TESIS: Juana Núñez Ponce .  
Gicela Huarag Vidal .

<u>E. Mayores</u>	<u>E. Menores</u>	<u>E. Trazas</u>			<u>Vestigios</u>
Al	Mg	Ca	Cu	Na	Ag
		Fe		Ni	Zn
		Mn			
		Si			

-----

E. Mayores : Mayores que 10 %  
E. Menores : Entre 10 y 1 %  
E. Trazas : Entre 1 y 0.001 %  
Vestigios : Menores que 0.001 %

-----

Lima, 5 de Agosto de 1987 .

  
-----  
Ing. María J. Ojeda Ch .  
Jefe Lab. Espectrometría



DIFRACTOGRAMA DEL PRODUCTO

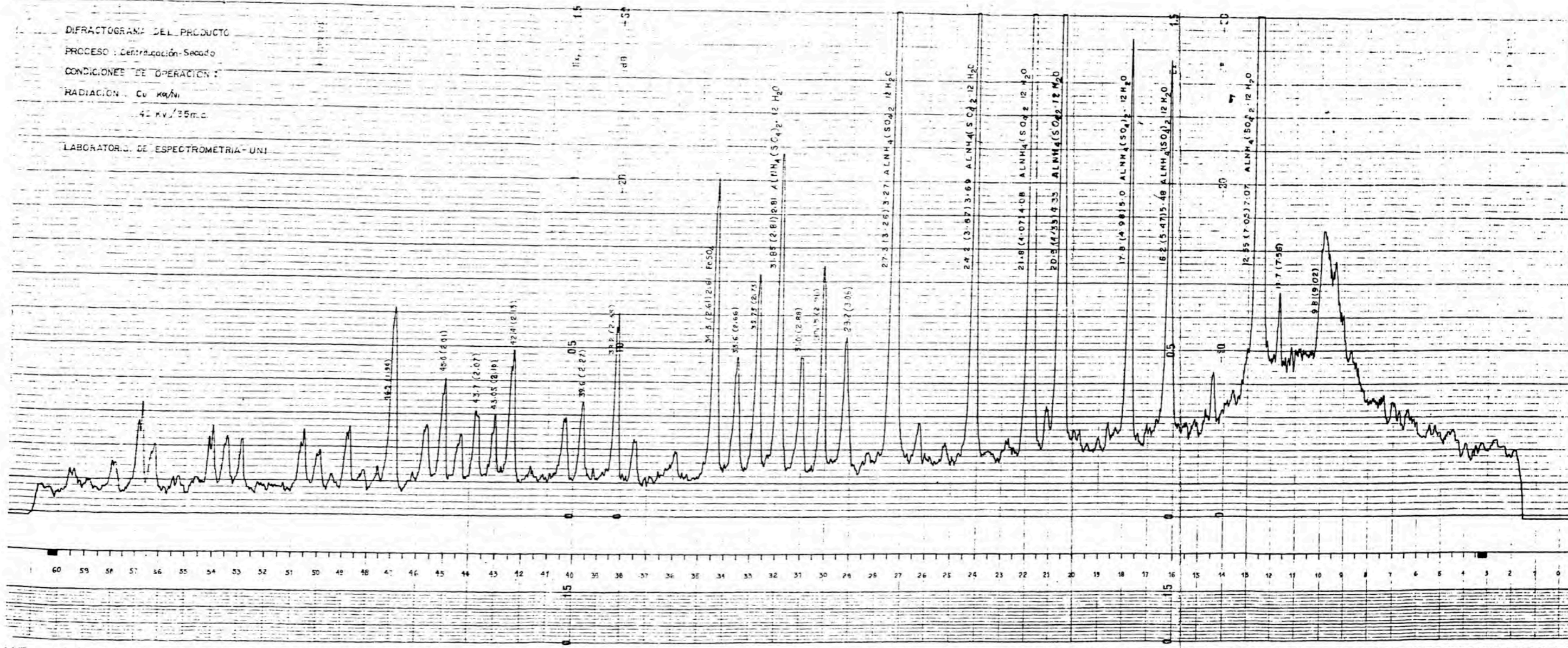
PROCESO : Centrifugación-Secado

CONDICIONES DE OPERACION :

RADIACION : Cu  $\alpha_1/\lambda$

40 kV / 35mA

LABORATORIO DE ESPECTROMETRIA-UNI





DIFRACTOGRAMA DE LA SOLUCION REMANENTE

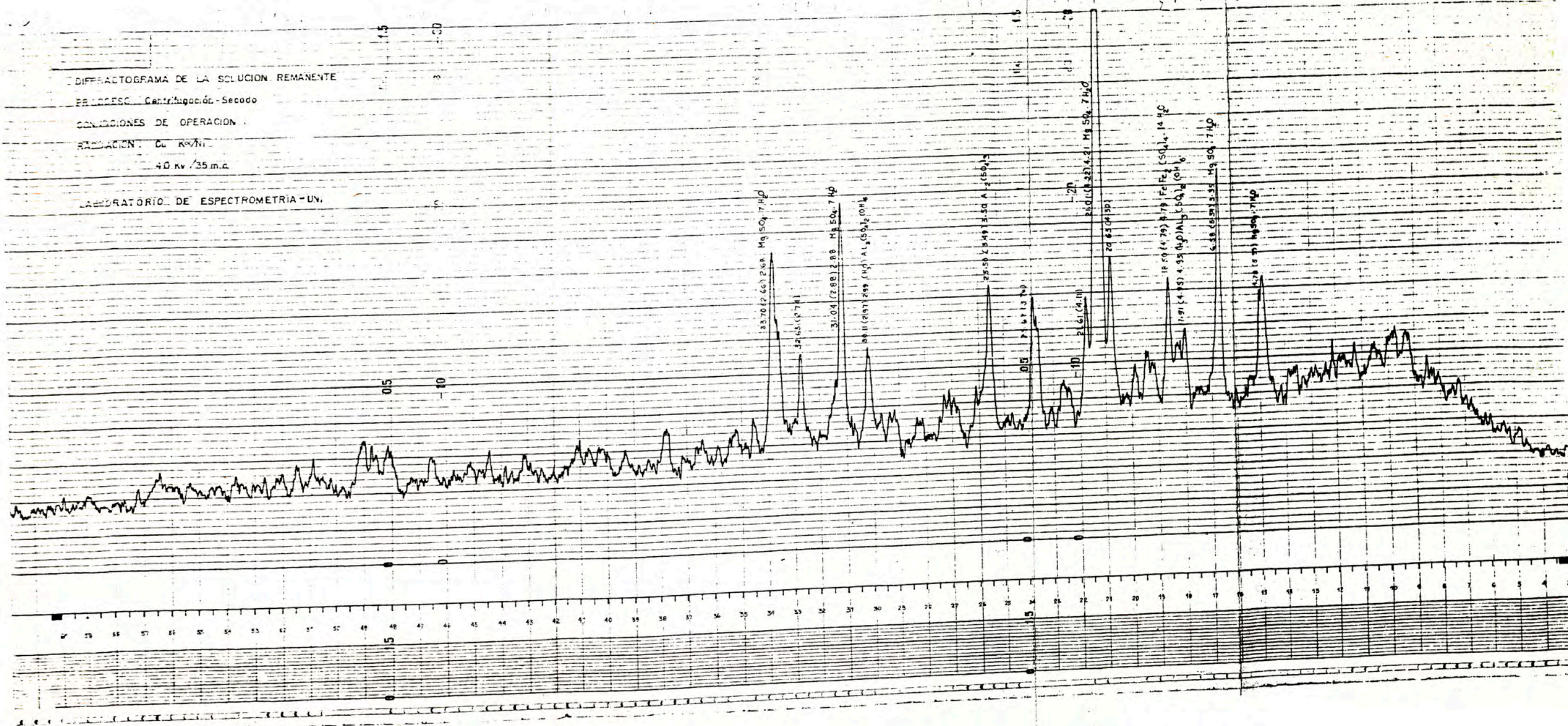
PROCESO: Centrifugación - Secado

CONDICIONES DE OPERACION:

RADIACION: Cu K $\alpha$ NI

40 kv / 35 m.a.

LABORATORIO DE ESPECTROMETRIA-UV.





7.28 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	2.51 <sub>1</sub>	2.17 <sub>1</sub>	1.55 <sub>1</sub>	1.53 <sub>1</sub>	1.32 <sub>1</sub>	4.64 <sub>1</sub>	Mg <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub>	10- 402
7.17 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	2.56 <sub>1</sub>	2.88 <sub>1</sub>	1.68 <sub>1</sub>	2.12 <sub>1</sub>	2.41 <sub>1</sub>	1.73 <sub>1</sub>	(Mn <sub>2</sub> Fe) <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>11</sub> )(OH,Cl) <sub>10</sub>	12- 250
7.10 <sub>1</sub>	3.59 <sub>1</sub>	2.54 <sub>1</sub>	1.80 <sub>1</sub>	1.98 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	2.56 <sub>1</sub>	2.17 <sub>1</sub>	Cu-Al-Cl-SO-OH-H <sub>2</sub> O	5- 142
7.15 <sub>1</sub>	3.59 <sub>1</sub>	14.40 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	1.55 <sub>1</sub>	4.79 <sub>1</sub>	4.63 <sub>1</sub>	2.68 <sub>1</sub>	Mg-Fe-Al-Si-Al-O-OH	16- 351
7.21 <sub>2</sub>	3.59 <sub>2</sub>	3.14 <sub>2</sub>	3.06 <sub>2</sub>	2.24 <sub>2</sub>	6.16 <sub>2</sub>	4.35 <sub>2</sub>	3.00 <sub>2</sub>	Cu <sub>2</sub> A <sub>3</sub> C <sub>4</sub> (OH) <sub>3</sub>	12- 297
7.34 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	3.22 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	3.17 <sub>1</sub>	1.95 <sub>1</sub>	2.56 <sub>1</sub>	3.67 <sub>1</sub>	UD <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	11- 310
7.17 <sub>2</sub>	3.58 <sub>2</sub>	5.06 <sub>2</sub>	4.90 <sub>2</sub>	3.29 <sub>2</sub>	4.83 <sub>2</sub>	5.25 <sub>2</sub>	4.63 <sub>2</sub>	Na <sub>6</sub> P <sub>2</sub> O <sub>11</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17- 878
7.16 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	2.39 <sub>1</sub>	1.46 <sub>1</sub>	2.53 <sub>1</sub>	2.19 <sub>1</sub>	2.07 <sub>1</sub>	1.35 <sub>1</sub>	(Sc,Pd)9CF	17- 40
7.15 <sub>2</sub>	3.58 <sub>2</sub>	2.33 <sub>2</sub>	4.12 <sub>2</sub>	3.80 <sub>2</sub>	2.51 <sub>2</sub>	1.96 <sub>2</sub>	1.65 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub>	10- 446
7.16 <sub>2</sub>	3.58 <sub>2</sub>	2.34 <sub>2</sub>	4.42 <sub>2</sub>	2.57 <sub>2</sub>	2.50 <sub>2</sub>	2.39 <sub>2</sub>	1.67 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub>	6- 221
7.20 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	3.18 <sub>1</sub>	3.55 <sub>1</sub>	3.14 <sub>1</sub>	1.95 <sub>1</sub>	1.97 <sub>1</sub>	4.36 <sub>1</sub>	PbO <sub>4</sub> UCO <sub>3</sub> ·4H <sub>2</sub> O	13- 116
6.98 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	4.19 <sub>1</sub>	3.22 <sub>1</sub>	3.49 <sub>1</sub>	5.03 <sub>1</sub>	2.67 <sub>1</sub>	2.03 <sub>1</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> UC <sub>2</sub> F <sub>5</sub>	13- 54
7.17 <sub>2</sub>	3.57 <sub>2</sub>	1.54 <sub>2</sub>	4.59 <sub>2</sub>	2.50 <sub>2</sub>	2.64 <sub>2</sub>	2.39 <sub>2</sub>	1.50 <sub>2</sub>	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> C <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	11- 96
7.11 <sub>1</sub>	3.57 <sub>1</sub>	4.76 <sub>1</sub>	14.10 <sub>1</sub>	2.86 <sub>1</sub>	2.54 <sub>1</sub>	2.01 <sub>1</sub>	4.59 <sub>1</sub>	(Mg <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> )(Si <sub>2</sub> Cr) <sub>4</sub> C <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	12- 185
7.12 <sub>1</sub>	3.56 <sub>1</sub>	2.49 <sub>1</sub>	2.13 <sub>1</sub>	2.60 <sub>1</sub>	2.20 <sub>1</sub>	1.77 <sub>1</sub>	5.32 <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> ·H <sub>2</sub> O	12- 783
7.12 <sub>2</sub>	3.56 <sub>2</sub>	9.10 <sub>2</sub>	5.57 <sub>2</sub>	3.31 <sub>2</sub>	3.18 <sub>2</sub>	2.51 <sub>2</sub>	4.58 <sub>2</sub>	(K <sub>2</sub> Na) <sub>2</sub> (UC <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (Si <sub>2</sub> C <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ·8H <sub>2</sub> O	12- 634
7.12 <sub>3</sub>	3.56 <sub>3</sub>	4.52 <sub>3</sub>	5.82 <sub>3</sub>	2.92 <sub>3</sub>	2.80 <sub>3</sub>	2.10 <sub>3</sub>	3.82 <sub>3</sub>	AlH <sub>3</sub> (PCl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	14- 324
7.12 <sub>4</sub>	3.56 <sub>4</sub>	2.57 <sub>4</sub>	1.59 <sub>4</sub>	2.18 <sub>4</sub>	1.55 <sub>4</sub>	2.85 <sub>4</sub>	2.74 <sub>4</sub>	Fe <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub> q	2-1012
7.05 <sub>1</sub>	3.55 <sub>1</sub>	2.38 <sub>1</sub>	1.53 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	2.58 <sub>1</sub>	4.69 <sub>1</sub>	2.49 <sub>1</sub>	(Mg <sub>2</sub> Al)(Si <sub>2</sub> Al)UC <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	11- 388
7.06 <sub>1</sub>	3.55 <sub>1</sub>	1.54 <sub>1</sub>	4.62 <sub>1</sub>	2.65 <sub>1</sub>	2.40 <sub>1</sub>	2.59 <sub>1</sub>	2.51 <sub>1</sub>	Mg <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> )C <sub>10</sub> (OH) <sub>6</sub>	11- 157
7.48 <sub>1</sub>	3.55 <sub>1</sub>	3.20 <sub>1</sub>	3.14 <sub>1</sub>	3.73 <sub>1</sub>	3.46 <sub>1</sub>	3.39 <sub>1</sub>	2.56 <sub>1</sub>	Ca(UC <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>14</sub> ·4H <sub>2</sub> O	12- 178
7.16 <sub>2</sub>	3.55 <sub>2</sub>	3.48 <sub>2</sub>	3.20 <sub>2</sub>	3.15 <sub>2</sub>	2.56 <sub>2</sub>	2.53 <sub>2</sub>	2.04 <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O(UC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O)	12- 112
7.12 <sub>5</sub>	3.55 <sub>5</sub>	2.53 <sub>5</sub>	2.15 <sub>5</sub>	1.56 <sub>5</sub>	1.78 <sub>5</sub>	1.48 <sub>5</sub>	4.68 <sub>5</sub>	Fe-Mg-Al-Si-Al-O-OH	7- 339
7.10 <sub>2</sub>	3.55 <sub>2</sub>	14.20 <sub>2</sub>	2.40 <sub>2</sub>	1.55 <sub>2</sub>	4.73 <sub>2</sub>	2.66 <sub>2</sub>	2.84 <sub>2</sub>	Mg-Fe-Al-Si-Al-O-OH	16- 362
7.05 <sub>2</sub>	3.54 <sub>2</sub>	2.72 <sub>2</sub>	2.44 <sub>2</sub>	1.59 <sub>2</sub>	2.31 <sub>2</sub>	2.04 <sub>2</sub>	1.66 <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	17- 470
7.55 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.20 <sub>1</sub>	3.77 <sub>1</sub>	3.56 <sub>1</sub>	3.23 <sub>1</sub>	2.58 <sub>1</sub>	2.06 <sub>1</sub>	UC <sub>3</sub> ·ca 1-3/4H <sub>2</sub> O..ca NH <sub>3</sub>	14- 340
7.52 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.20 <sub>1</sub>	2.04 <sub>1</sub>	3.74 <sub>1</sub>	2.57 <sub>1</sub>	1.96 <sub>1</sub>	1.66 <sub>1</sub>	MgU <sub>2</sub> C <sub>7</sub>	13- 74
6.94 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	6.22 <sub>1</sub>	5.91 <sub>1</sub>	5.41 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	2.30 <sub>1</sub>	5.80 <sub>1</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> CuC <sub>4</sub> ·xH <sub>2</sub> O	14- 611
7.26 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.61 <sub>1</sub>	2.75 <sub>1</sub>	2.62 <sub>1</sub>	3.34 <sub>1</sub>	2.80 <sub>1</sub>	2.42 <sub>1</sub>	Fe-Mn-Mg-Fe-Si-Al-O-OH·H <sub>2</sub> O	15- 48
7.05 <sub>3</sub>	3.53 <sub>3</sub>	2.52 <sub>3</sub>	14.10 <sub>3</sub>	4.71 <sub>3</sub>	2.15 <sub>3</sub>	1.56 <sub>3</sub>	2.84 <sub>3</sub>	Fe-Mg-Mn-Al-Si-Al-O-OH	13- 29
7.06 <sub>1</sub>	3.53 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.63 <sub>1</sub>	1.52 <sub>1</sub>	4.54 <sub>1</sub>	2.11 <sub>1</sub>	1.75 <sub>1</sub>	Fe-Mg-Al-Si-Al-O-OH	7- 329
7.10 <sub>3</sub>	3.53 <sub>3</sub>	14.00 <sub>3</sub>	4.70 <sub>3</sub>	1.56 <sub>3</sub>	2.83 <sub>3</sub>	2.01 <sub>3</sub>	1.04 <sub>3</sub>	Fe-Mg-Al-Si-Al-O-OH	5- 146
7.40 <sub>1</sub>	3.53 <sub>1</sub>	3.19 <sub>1</sub>	3.70 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	3.34 <sub>1</sub>	2.55 <sub>1</sub>	2.32 <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> O·6UCO <sub>3</sub> ·11H <sub>2</sub> O	17- 167
7.05 <sub>2</sub>	3.53 <sub>2</sub>	3.14 <sub>2</sub>	9.12 <sub>2</sub>	4.45 <sub>2</sub>	2.17 <sub>2</sub>	1.94 <sub>2</sub>	1.75 <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> UC <sub>2</sub> (SeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16- 627
7.05 <sub>3</sub>	3.52 <sub>3</sub>	2.52 <sub>3</sub>	1.56 <sub>3</sub>	2.14 <sub>3</sub>	2.68 <sub>3</sub>	2.40 <sub>3</sub>	1.77 <sub>3</sub>	Fe-Mg-Al-Si-Al-O-OH	7- 315
7.08 <sub>1</sub>	3.52 <sub>1</sub>	3.12 <sub>1</sub>	3.56 <sub>1</sub>	3.48 <sub>1</sub>	2.01 <sub>1</sub>	1.95 <sub>1</sub>	3.16 <sub>1</sub>	UC <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O q	13- 498
7.00 <sub>1</sub>	3.52 <sub>1</sub>	2.63 <sub>1</sub>	2.49 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	1.53 <sub>1</sub>	2.25 <sub>1</sub>	2.12 <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> (Si <sub>2</sub> Cl) <sub>5</sub> (OH) <sub>6</sub> ·7H <sub>2</sub> O	14- 366
7.05 <sub>4</sub>	3.52 <sub>4</sub>	14.10 <sub>4</sub>	4.69 <sub>4</sub>	2.51 <sub>4</sub>	1.56 <sub>4</sub>	2.83 <sub>4</sub>	2.14 <sub>4</sub>	Mg-Fe-Fe-Al-Si-O-OH	12- 243
7.06 <sub>2</sub>	3.52 <sub>2</sub>	1.93 <sub>2</sub>	2.48 <sub>2</sub>	1.60 <sub>2</sub>	1.53 <sub>2</sub>	1.46 <sub>2</sub>	1.40 <sub>2</sub>	Mg-Al-Fe-Si-Al-O-OH	9- 493
7.85 <sub>1</sub>	3.52 <sub>1</sub>	2.18 <sub>1</sub>	4.54 <sub>1</sub>	2.62 <sub>1</sub>	2.37 <sub>1</sub>	2.03 <sub>1</sub>	3.92 <sub>1</sub>	H <sub>4</sub> K <sub>2</sub> Th(N <sub>2</sub> O) <sub>11</sub>	9- 366
7.14 <sub>1</sub>	3.51 <sub>1</sub>	3.74 <sub>1</sub>	2.85 <sub>1</sub>	4.45 <sub>1</sub>	1.96 <sub>1</sub>	1.71 <sub>1</sub>	1.00 <sub>1</sub>	HgI <sub>2</sub>	15- 34
7.61 <sub>1</sub>	3.51 <sub>1</sub>	3.18 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	8.71 <sub>1</sub>	4.45 <sub>1</sub>	3.00 <sub>1</sub>	1.92 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> UO <sub>2</sub> (SeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	16- 630
7.97 <sub>1</sub>	3.51 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	4.16 <sub>1</sub>	2.70 <sub>1</sub>	4.90 <sub>1</sub>	2.79 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	Na <sub>4</sub> (PCl <sub>2</sub> N) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 933
7.06 <sub>2</sub>	3.50 <sub>2</sub>	7.90 <sub>2</sub>	2.69 <sub>2</sub>	2.01 <sub>2</sub>	1.91 <sub>2</sub>	4.50 <sub>2</sub>	3.96 <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>4</sub> ·nCl <sub>2</sub> ·NiCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	15- 947
6.99 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	2.41 <sub>1</sub>	2.12 <sub>1</sub>	1.46 <sub>1</sub>	1.42 <sub>1</sub>	2.48 <sub>1</sub>	1.75 <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	15- 205
6.96 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	4.08 <sub>1</sub>	2.24 <sub>1</sub>	2.57 <sub>1</sub>	1.60 <sub>1</sub>	1.90 <sub>1</sub>	1.43 <sub>1</sub>	ZnMn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O	15- 807
7.50 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	6.03 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.21 <sub>1</sub>	2.96 <sub>1</sub>	3.16 <sub>1</sub>	2.45 <sub>1</sub>	Al(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (form D)	14- 393
7.05 <sub>5</sub>	3.49 <sub>5</sub>	3.14 <sub>5</sub>	3.09 <sub>5</sub>	2.78 <sub>5</sub>	1.94 <sub>5</sub>	2.53 <sub>5</sub>	2.02 <sub>5</sub>	3PbO <sub>3</sub> ·6UCO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	13- 237
7.20 <sub>2</sub>	3.49 <sub>2</sub>	3.42 <sub>2</sub>	2.49 <sub>2</sub>	2.11 <sub>2</sub>	4.30 <sub>2</sub>	4.06 <sub>2</sub>	3.28 <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> HgI <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1- 98
6.90 <sub>1</sub>	3.49 <sub>1</sub>	4.63 <sub>1</sub>	2.00 <sub>1</sub>	1.55 <sub>1</sub>	13.60 <sub>1</sub>	2.61 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	Fe-Mg-Fe-Al-Si-Al-O-OH	3- 67
7.40 <sub>2</sub>	3.48 <sub>2</sub>	3.25 <sub>2</sub>	3.70 <sub>2</sub>	2.75 <sub>2</sub>	2.60 <sub>2</sub>	1.86 <sub>2</sub>	3.01 <sub>2</sub>	Ce(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1- 582
6.90 <sub>2</sub>	3.48 <sub>2</sub>	7.30 <sub>2</sub>	3.92 <sub>2</sub>	2.15 <sub>2</sub>	5.79 <sub>2</sub>	3.07 <sub>2</sub>	3.67 <sub>2</sub>	Co <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (F,OH) <sub>10</sub> ·2H <sub>2</sub> O	8- 72
6.99 <sub>2</sub>	3.48 <sub>2</sub>	3.12 <sub>2</sub>	1.93 <sub>2</sub>	2.46 <sub>2</sub>	2.02 <sub>2</sub>	1.75 <sub>2</sub>	1.69 <sub>2</sub>	2SrO·7UCO <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	13- 152
7.06 <sub>3</sub>	3.48 <sub>3</sub>	3.11 <sub>3</sub>	2.00 <sub>3</sub>	1.74 <sub>3</sub>	1.94 <sub>3</sub>	2.48 <sub>3</sub>	1.69 <sub>3</sub>	BaU <sub>2</sub> C <sub>7</sub>	13- 76
7.02 <sub>1</sub>	3.46 <sub>1</sub>	3.13 <sub>1</sub>	1.96 <sub>1</sub>	1.75 <sub>1</sub>	1.65 <sub>1</sub>	2.48 <sub>1</sub>	1.56 <sub>1</sub>	(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	8- 136
6.94 <sub>1</sub>	3.46 <sub>1</sub>	3.13 <sub>1</sub>	3.16 <sub>1</sub>	2.63 <sub>1</sub>	2.51 <sub>1</sub>	4.06 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (PCl <sub>2</sub> NH) <sub>4</sub>	11- 611
6.97 <sub>1</sub>	3.46 <sub>1</sub>	4.01 <sub>1</sub>	3.24 <sub>1</sub>	2.02 <sub>1</sub>	3.79 <sub>1</sub>	2.62 <sub>1</sub>	2.32 <sub>1</sub>	β-NH <sub>4</sub> UF <sub>5</sub>	16- 752
6.96 <sub>2</sub>	3.45 <sub>2</sub>	5.15 <sub>2</sub>	4.64 <sub>2</sub>	3.29 <sub>2</sub>	3.75 <sub>2</sub>	3.00 <sub>2</sub>	3.66 <sub>2</sub>	Mg <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·8H <sub>2</sub> O	16- 361
7.00 <sub>2</sub>	3.45 <sub>2</sub>	5.90 <sub>2</sub>	3.02 <sub>2</sub>	4.00 <sub>2</sub>	3.20 <sub>2</sub>	2.67 <sub>2</sub>	1.97 <sub>2</sub>	NaIO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	1- 156
7.20 <sub>3</sub>	3.44 <sub>3</sub>	3.74 <sub>3</sub>	2.79 <sub>3</sub>	2.36 <sub>3</sub>	2.58 <sub>3</sub>	2.09 <sub>3</sub>	2.72 <sub>3</sub>	NaFe(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3- 311
7.03 <sub>1</sub>	3.44 <sub>1</sub>	2.83 <sub>1</sub>	4.65 <sub>1</sub>	3.13 <sub>1</sub>	2.51 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	2.81 <sub>1</sub>	SbOCl	9- 117
6.95 <sub>1</sub>	3.44 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.20 <sub>1</sub>	2.01 <sub>1</sub>	1.99 <sub>1</sub>	3.74 <sub>1</sub>	2.32 <sub>1</sub>	β-NH <sub>4</sub> PuF <sub>5</sub>	16- 753
7.97 <sub>2</sub>	3.43 <sub>2</sub>	3.38 <sub>2</sub>	9.50 <sub>2</sub>	3.25 <sub>2</sub>	7.73 <sub>2</sub>	3.76 <sub>2</sub>	3.15 <sub>2</sub>	C <sub>8</sub> N <sub>4</sub> P <sub>4</sub> S <sub>8</sub>	16- 521
7.41 <sub>1</sub>	3.43 <sub>1</sub>	4.14 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	2.39 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	1.36 <sub>1</sub>	3.72 <sub>1</sub>	Ge(HPO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	15- 578
7.63 <sub>1</sub>	3.43 <sub>1</sub>	3.83 <sub>1</sub>	5.25 <sub>1</sub>	2.38 <sub>1</sub>	2.68 <sub>1</sub>	1.71 <sub>1</sub>	3.77 <sub>1</sub>	Ge(PNCl <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	11- 612
6.90 <sub>2</sub>	3.43 <sub>2</sub>	2.37 <sub>2</sub>	2.09 <sub>2</sub>	1.77 <sub>2</sub>	1.41 <sub>2</sub>	1.37 <sub>2</sub>	2.42 <sub>2</sub>	γ-NiOGH	6- 75
7.97 <sub>3</sub>	3.42 <sub>3</sub>	2.54 <sub>3</sub>	1.82 <sub>3</sub>	2.37 <sub>3</sub>	1.52 <sub>3</sub>	2.06 <sub>3</sub>	1.89 <sub>3</sub>	VOC1	17- 110
7.56 <sub>1</sub>	3.41 <sub>1</sub>	6.51 <sub>1</sub>	6.18 <sub>1</sub>	4.09 <sub>1</sub>	3.76 <sub>1</sub>	3.32 <sub>1</sub>	2.66 <sub>1</sub>	(Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> )Br <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	16- 639
7.70 <sub>1</sub>	3.40 <sub>1</sub>	2.66 <sub>1</sub>	4.22 <sub>1</sub>	6.50 <sub></sub>					

4.39 <sub>1</sub>	4.48 <sub>1</sub>	13.30 <sub>1</sub>	4.32 <sub>2</sub>	3.97 <sub>2</sub>	3.90 <sub>2</sub>	3.66 <sub>2</sub>	3.46 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·16H <sub>2</sub> O	16-360
4.38 <sub>1</sub>	4.48 <sub>1</sub>	3.64 <sub>1</sub>	2.11 <sub>1</sub>	6.47 <sub>1</sub>	2.87 <sub>1</sub>	1.36 <sub>1</sub>	1.52 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> TbF <sub>7</sub>	16-101
4.33 <sub>5</sub>	4.47 <sub>1</sub>	8.35 <sub>1</sub>	4.18 <sub>1</sub>	4.44 <sub>1</sub>	3.70 <sub>1</sub>	3.22 <sub>1</sub>	8.70 <sub>2</sub>	(Mn((C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> PO) <sub>2</sub> Er <sub>2</sub> )	16-52A
4.62 <sub>1</sub>	4.47 <sub>1</sub>	9.30 <sub>1</sub>	3.34 <sub>1</sub>	3.04 <sub>1</sub>	3.21 <sub>2</sub>	3.57 <sub>2</sub>	2.81 <sub>1</sub>	1.5CaO·2UO <sub>2</sub> ·5SiO <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O q	13-118
4.60 <sub>1</sub>	4.47 <sub>1</sub>	2.76 <sub>1</sub>	3.07 <sub>1</sub>	4.07 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	4.67 <sub>1</sub>	4.78 <sub>1</sub>	Na <sub>3</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	10-179
4.50 <sub>1</sub>	4.45 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.97 <sub>1</sub>	1.58 <sub>1</sub>	2.70 <sub>1</sub>	1.83 <sub>1</sub>	3.25 <sub>1</sub>	FeAl <sub>2</sub> SiC <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	14-344
4.50 <sub>1</sub>	4.45 <sub>1</sub>	2.96 <sub>1</sub>	1.58 <sub>1</sub>	2.37 <sub>1</sub>	2.31 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	3.08 <sub>1</sub>	FeAl <sub>2</sub> SiC <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	14-344
4.63 <sub>1</sub>	4.44 <sub>1</sub>	9.28 <sub>1</sub>	2.55 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	3.43 <sub>2</sub>	3.23 <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N <sub>2</sub> Ni(NH <sub>3</sub> )(CN) <sub>2</sub>	15-515
4.29 <sub>1</sub>	4.43 <sub>1</sub>	2.91 <sub>1</sub>	2.14 <sub>1</sub>	2.63 <sub>1</sub>	3.53 <sub>1</sub>	3.79 <sub>1</sub>	2.77 <sub>1</sub>	Ba <sub>5</sub> C <sub>6</sub> ·2H <sub>2</sub> O	15-242
4.53 <sub>1</sub>	4.41 <sub>1</sub>	9.26 <sub>1</sub>	3.18 <sub>1</sub>	7.09 <sub>1</sub>	3.54 <sub>1</sub>	3.30 <sub>1</sub>	3.00 <sub>1</sub>	CaC <sub>2</sub> ·UC <sub>2</sub> ·6SiO <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O q	12-721
4.34 <sub>1</sub>	4.41 <sub>1</sub>	7.40 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	2.39 <sub>1</sub>	2.32 <sub>1</sub>	2.52 <sub>1</sub>	2.49 <sub>1</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>5</sub> (OH) <sub>6</sub>	13-375
4.26 <sub>1</sub>	4.41 <sub>1</sub>	3.28 <sub>1</sub>	3.19 <sub>1</sub>	2.71 <sub>1</sub>	2.45 <sub>1</sub>	2.25 <sub>1</sub>	2.20 <sub>1</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub>	12-479
4.55 <sub>1</sub>	4.41 <sub>1</sub>	13.80 <sub>1</sub>	4.33 <sub>1</sub>	4.00 <sub>2</sub>	3.95 <sub>2</sub>	3.52 <sub>2</sub>	7.49 <sub>1</sub>	Sericite, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> treated	12-215
4.35 <sub>1</sub>	4.39 <sub>1</sub>	3.65 <sub>1</sub>	3.90 <sub>1</sub>	5.22 <sub>1</sub>	3.14 <sub>1</sub>	3.12 <sub>1</sub>	3.00 <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10-343
4.45 <sub>1</sub>	4.39 <sub>1</sub>	8.36 <sub>1</sub>	4.08 <sub>1</sub>	3.85 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	3.15 <sub>1</sub>	7.28 <sub>1</sub>	C <sub>22</sub> H <sub>20</sub> CoN <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	14-927
4.57 <sub>1</sub>	4.38 <sub>1</sub>	4.12 <sub>1</sub>	5.51 <sub>1</sub>	3.29 <sub>1</sub>	4.21 <sub>2</sub>	3.01 <sub>2</sub>	3.70 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> (SeC <sub>6</sub> ) <sub>3</sub> ·16H <sub>2</sub> O	17-253
4.46 <sub>1</sub>	4.37 <sub>1</sub>	6.42 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	2.87 <sub>1</sub>	2.10 <sub>1</sub>	1.93 <sub>1</sub>	3.09 <sub>5</sub>	Li <sub>2</sub> TbF <sub>7</sub>	12-557
4.45 <sub>1</sub>	4.36 <sub>1</sub>	6.46 <sub>1</sub>	4.14 <sub>1</sub>	3.37 <sub>1</sub>	3.47 <sub>1</sub>	3.27 <sub>1</sub>	6.87 <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> C <sub>4</sub> S <sub>2</sub> MnSC <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	16-557
4.55 <sub>1</sub>	4.35 <sub>1</sub>	3.51 <sub>1</sub>	6.30 <sub>1</sub>	5.80 <sub>1</sub>	5.40 <sub>1</sub>	3.30 <sub>2</sub>	3.04 <sub>2</sub>	(VO) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·16H <sub>2</sub> O	1-323
4.41 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	2.08 <sub>1</sub>	3.07 <sub>5</sub>	1.54 <sub>5</sub>	2.53 <sub>3</sub>	Li <sub>2</sub> UF <sub>7</sub>	10-108
4.49 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	4.10 <sub>1</sub>	3.21 <sub>1</sub>	2.50 <sub>1</sub>	2.54 <sub>1</sub>	2.37 <sub>1</sub>	2.17 <sub>1</sub>	PuF <sub>6</sub>	9-165
4.51 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	5.26 <sub>1</sub>	4.11 <sub>1</sub>	3.22 <sub>1</sub>	2.80 <sub>1</sub>	2.67 <sub>1</sub>	2.56 <sub>1</sub>	UF <sub>6</sub>	9-166
4.30 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	5.46 <sub>1</sub>	3.80 <sub>1</sub>	2.47 <sub>1</sub>	3.93 <sub>1</sub>	2.61 <sub>1</sub>	2.41 <sub>1</sub>	Pd <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	16-878
4.39 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	5.41 <sub>1</sub>	2.67 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.39 <sub>1</sub>	1.99 <sub>1</sub>	1.81 <sub>1</sub>	PdPt(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	16-577
4.59 <sub>1</sub>	4.34 <sub>1</sub>	13.20 <sub>1</sub>	5.01 <sub>2</sub>	4.12 <sub>2</sub>	4.42 <sub>1</sub>	5.25 <sub>1</sub>	8.71 <sub>1</sub>	Na((C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>2</sub> P(C)NP(C)(CC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> )	16-850
4.56 <sub>1</sub>	4.33 <sub>1</sub>	3.11 <sub>1</sub>	2.80 <sub>1</sub>	2.23 <sub>1</sub>	1.99 <sub>1</sub>	2.36 <sub>5</sub>	1.95 <sub>5</sub>	PoCl <sub>2</sub>	9-76
4.51 <sub>1</sub>	4.32 <sub>1</sub>	4.10 <sub>1</sub>	3.21 <sub>1</sub>	2.79 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	2.55 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	NpF <sub>6</sub>	9-162
4.37 <sub>1</sub>	4.32 <sub>1</sub>	4.65 <sub>1</sub>	2.45 <sub>2</sub>	2.39 <sub>2</sub>	2.42 <sub>2</sub>	2.64 <sub>1</sub>	3.31 <sub>1</sub>	Al(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	7-324
4.56 <sub>1</sub>	4.32 <sub>1</sub>	4.15 <sub>1</sub>	8.22 <sub>1</sub>	6.40 <sub>1</sub>	5.48 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	3.30 <sub>1</sub>	SC <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> ·Cu(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	15-932
4.60 <sub>1</sub>	4.31 <sub>1</sub>	4.66 <sub>1</sub>	4.20 <sub>1</sub>	2.65 <sub>1</sub>	2.26 <sub>1</sub>	1.92 <sub>1</sub>	1.67 <sub>1</sub>	FeF <sub>2</sub>	3-143
4.57 <sub>1</sub>	4.31 <sub>1</sub>	4.92 <sub>1</sub>	4.62 <sub>1</sub>	2.65 <sub>1</sub>	2.59 <sub>1</sub>	3.40 <sub>2</sub>	2.63 <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Zn·2H <sub>2</sub> O	14-761
4.33 <sub>1</sub>	4.31 <sub>1</sub>	3.27 <sub>1</sub>	3.23 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	3.03 <sub>1</sub>	8.02 <sub>1</sub>	6.19 <sub>1</sub>	Cu(NH <sub>4</sub> SC <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	14-545
4.61 <sub>1</sub>	4.31 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	3.43 <sub>1</sub>	1.85 <sub>1</sub>	3.14 <sub>2</sub>	1.53 <sub>1</sub>	1.65 <sub>1</sub>	Ne <sub>2</sub> TiF <sub>6</sub>	15-561
4.34 <sub>1</sub>	4.30 <sub>2</sub>	4.82 <sub>1</sub>	2.37 <sub>2</sub>	2.44 <sub>1</sub>	2.03 <sub>1</sub>	3.35 <sub>1</sub>	1.98 <sub>1</sub>	α-Al(OH) <sub>3</sub>	12-460
4.40 <sub>1</sub>	4.30 <sub>1</sub>	3.86 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	1.75 <sub>1</sub>	1.74 <sub>1</sub>	1.49 <sub>1</sub>	2.68 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> InF <sub>6</sub>	12-114
4.61 <sub>1</sub>	4.30 <sub>1</sub>	3.23 <sub>1</sub>	3.92 <sub>1</sub>	2.64 <sub>2</sub>	2.31 <sub>2</sub>	2.06 <sub>2</sub>	2.42 <sub>1</sub>	UO <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	11-262
4.56 <sub>1</sub>	4.29 <sub>1</sub>	4.17 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	2.24 <sub>1</sub>	1.91 <sub>1</sub>	4.81 <sub>1</sub>	1.66 <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	3-165
4.64 <sub>1</sub>	4.27 <sub>1</sub>	7.67 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	3.22 <sub>1</sub>	11.90 <sub>1</sub>	6.63 <sub>1</sub>	3.03 <sub>1</sub>	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·6.7H <sub>2</sub> O	11-46E
4.55 <sub>1</sub>	4.26 <sub>1</sub>	3.91 <sub>1</sub>	3.63 <sub>1</sub>	7.37 <sub>1</sub>	5.62 <sub>1</sub>	5.15 <sub>1</sub>	3.29 <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> (SeC <sub>6</sub> ) <sub>3</sub> ·14H <sub>2</sub> O	9-4
4.64 <sub>1</sub>	4.26 <sub>1</sub>	9.25 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	2.60 <sub>1</sub>	8.53 <sub>1</sub>	4.87 <sub>1</sub>	3.43 <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (AsC <sub>6</sub> )(SO <sub>4</sub> )·5H <sub>2</sub> O	17-534
4.63 <sub>1</sub>	4.25 <sub>1</sub>	3.50 <sub>1</sub>	2.93 <sub>1</sub>	2.83 <sub>1</sub>	2.68 <sub>1</sub>	2.55 <sub>1</sub>	2.31 <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> B(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> EH <sub>4</sub>	17-269
4.56 <sub>1</sub>	4.25 <sub>1</sub>	3.19 <sub>1</sub>	3.86 <sub>1</sub>	2.29 <sub>1</sub>	2.05 <sub>1</sub>	2.62 <sub>2</sub>	2.14 <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9-163
4.37 <sub>1</sub>	4.25 <sub>1</sub>	4.87 <sub>2</sub>	3.25 <sub>1</sub>	2.82 <sub>1</sub>	2.36 <sub>1</sub>	2.81 <sub>1</sub>	2.19 <sub>1</sub>	LiNH <sub>4</sub> SiF <sub>6</sub>	15-420
4.51 <sub>1</sub>	4.24 <sub>1</sub>	3.39 <sub>1</sub>	2.75 <sub>1</sub>	2.59 <sub>1</sub>	3.22 <sub>2</sub>	2.97 <sub>2</sub>	2.55 <sub>2</sub>	ZnSeC <sub>6</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17-291
4.62 <sub>1</sub>	4.22 <sub>1</sub>	2.77 <sub>1</sub>	4.57 <sub>1</sub>	2.90 <sub>5</sub>	2.57 <sub>5</sub>	2.37 <sub>5</sub>	2.00 <sub>5</sub>	Ca <sub>3</sub> (FeC <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	15-645
4.47 <sub>1</sub>	4.22 <sub>1</sub>	2.92 <sub>1</sub>	3.58 <sub>1</sub>	2.71 <sub>1</sub>	3.35 <sub>2</sub>	3.24 <sub>1</sub>	4.14 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> MoC <sub>4</sub>	12-763
4.40 <sub>1</sub>	4.21 <sub>1</sub>	2.72 <sub>1</sub>	2.21 <sub>1</sub>	2.48 <sub>2</sub>	2.44 <sub>2</sub>	1.74 <sub>2</sub>	2.19 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> (SeC <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	11-42
4.27 <sub>1</sub>	4.21 <sub>1</sub>	3.81 <sub>1</sub>	4.15 <sub>1</sub>	2.47 <sub>1</sub>	5.37 <sub>1</sub>	3.16 <sub>1</sub>	6.30 <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mn(SC <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	11-134
4.33 <sub>1</sub>	4.20 <sub>1</sub>	4.79 <sub>1</sub>	2.39 <sub>1</sub>	2.25 <sub>1</sub>	4.15 <sub>1</sub>	3.18 <sub>1</sub>	2.01 <sub>1</sub>	Al(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	12-401
4.56 <sub>1</sub>	4.20 <sub>1</sub>	3.60 <sub>1</sub>	1.53 <sub>1</sub>	2.72 <sub>5</sub>	2.43 <sub>5</sub>	2.36 <sub>5</sub>	2.27 <sub>5</sub>	P <sub>3</sub> N <sub>5</sub>	9-215
4.40 <sub>1</sub>	4.20 <sub>1</sub>	3.00 <sub>1</sub>	3.60 <sub>5</sub>	3.50 <sub>5</sub>	2.60 <sub>5</sub>	2.40 <sub>5</sub>	2.20 <sub>5</sub>	Hg <sub>2</sub> SC <sub>6</sub>	15-550
4.41 <sub>2</sub>	4.20 <sub>2</sub>	3.05 <sub>1</sub>	3.93 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.13 <sub>0</sub>	1.95 <sub>0</sub>	1.91 <sub>0</sub>	Ca(SCN) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1-825
4.42 <sub>1</sub>	4.19 <sub>1</sub>	3.03 <sub>1</sub>	2.20 <sub>1</sub>	2.06 <sub>1</sub>	2.55 <sub>2</sub>	1.85 <sub>2</sub>	1.73 <sub>1</sub>	Hg <sub>2</sub> SC <sub>6</sub>	1-636
4.36 <sub>2</sub>	4.18 <sub>1</sub>	3.77 <sub>1</sub>	3.01 <sub>2</sub>	2.43 <sub>2</sub>	7.70 <sub>2</sub>	5.30 <sub>2</sub>	2.80 <sub>2</sub>	ZnHFC <sub>3</sub> ·2-1/2H <sub>2</sub> O	1-413
4.26 <sub>1</sub>	4.18 <sub>1</sub>	3.43 <sub>1</sub>	2.66 <sub>1</sub>	2.71 <sub>1</sub>	4.44 <sub>2</sub>	3.55 <sub>2</sub>	2.59 <sub>2</sub>	Li <sub>6</sub> Ge <sub>2</sub> C <sub>7</sub>	17-191
4.55 <sub>2</sub>	4.18 <sub>1</sub>	10.50 <sub>1</sub>	5.25 <sub>1</sub>	3.21 <sub>1</sub>	2.88 <sub>1</sub>	6.43 <sub>1</sub>	2.97 <sub>1</sub>	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> BeC <sub>6</sub> O <sub>2</sub> D <sub>12</sub>	16-95E
4.39 <sub>5</sub>	4.18 <sub>1</sub>	4.14 <sub>1</sub>	3.23 <sub>1</sub>	5.58 <sub>1</sub>	3.51 <sub>2</sub>	2.22 <sub>2</sub>	1.96 <sub>2</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12-104
4.60 <sub>1</sub>	4.17 <sub>1</sub>	2.87 <sub>1</sub>	2.74 <sub>1</sub>	2.50 <sub>1</sub>	2.09 <sub>1</sub>	1.99 <sub>1</sub>	1.57 <sub>1</sub>	(Fe,Mg) <sub>6</sub> (Al,Fe) <sub>10</sub> TiC <sub>3</sub> <sub>2</sub>	11-135
4.25 <sub>1</sub>	4.17 <sub>1</sub>	4.56 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	2.24 <sub>1</sub>	1.91 <sub>1</sub>	4.81 <sub>1</sub>	1.66 <sub>1</sub>	Fe <sub>2</sub>	3-169
4.62 <sub>1</sub>	4.17 <sub>1</sub>	3.28 <sub>1</sub>	3.07 <sub>1</sub>	2.58 <sub>1</sub>	2.37 <sub>1</sub>	2.10 <sub>1</sub>	2.06 <sub>1</sub>	Li <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	15-624
4.29 <sub>1</sub>	4.17 <sub>1</sub>	7.72 <sub>1</sub>	3.85 <sub>1</sub>	3.51 <sub>5</sub>	2.95 <sub>5</sub>	5.76 <sub>1</sub>	3.67 <sub>1</sub>	AlPC <sub>6</sub>	15-250
4.54 <sub>1</sub>	4.16 <sub>1</sub>	3.24 <sub>1</sub>	2.91 <sub>1</sub>	6.26 <sub>1</sub>	5.84 <sub>1</sub>	5.35 <sub>1</sub>	2.34 <sub>1</sub>	NH <sub>4</sub> (UO <sub>2</sub> (CH)(CO <sub>3</sub> )(H <sub>2</sub> C) <sub>3</sub> )	15-24
4.25 <sub>1</sub>	4.16 <sub>1</sub>	2.18 <sub>1</sub>	3.45 <sub>1</sub>	1.71 <sub>1</sub>	2.67 <sub>1</sub>	2.21 <sub>2</sub>	2.14 <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> CrF <sub>6</sub>	10-80
4.32 <sub>1</sub>	4.16 <sub>1</sub>	4.58 <sub>1</sub>	8.22 <sub>1</sub>	6.40 <sub>1</sub>	5.48 <sub>1</sub>	3.62 <sub>1</sub>	3.30 <sub>1</sub>	SC <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> ·Cu(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	15-932
4.56 <sub>1</sub>	4.15 <sub>1</sub>	7.21 <sub>1</sub>	4.01 <sub>1</sub>	3.89 <sub>1</sub>	3.64 <sub>1</sub>	8.44 <sub>1</sub>	6.91 <sub>1</sub>	C <sub>22</sub> H <sub>20</sub> CcC <sub>6</sub> Se <sub>2</sub>	14-828
4.32 <sub>1</sub>	4.14 <sub>1</sub>	6.42 <sub>1</sub>	5.08 <sub>1</sub>	3.84 <sub>5</sub>	2.76 <sub>5</sub>	2.06 <sub>5</sub>	2.33 <sub>1</sub>	BeB <sub>6</sub>	13-361
4.33 <sub>1</sub>	4.13 <sub>1</sub>	3.82 <sub>1</sub>	5.07 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	1.84 <sub>1</sub>	2.43 <sub>1</sub>	2.24 <sub>1</sub>	α-AlB <sub>12</sub>	12-640
4.39 <sub>1</sub>	4.12 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.35 <sub>5</sub>	1.74 <sub>5</sub>	1.62 <sub>5</sub>	2.06 <sub>1</sub>	1.58 <sub>1</sub>	MnC	4-325
4.38 <sub>5</sub>	4.12 <sub>1</sub>	4.57 <sub>1</sub>	5.51 <sub>1</sub>	3.29 <sub>1</sub>	4.21 <sub>2</sub>	3.01 <sub>2</sub>	3.70 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> (SeC <sub>6</sub> ) <sub>3</sub> ·16H <sub>2</sub> O	17-250
4.37 <sub>1</sub>	4.11 <sub>1</sub>	3.20 <sub>1</sub>	5.51 <sub>1</sub>	2.95 <sub>1</sub>	7.10 <sub>1</sub>	5.02 <sub>1&lt;/</sub>			

4.31 <sub>1</sub>	6.63 <sub>1</sub>	3.06 <sub>1</sub>	2.77 <sub>1</sub>	2.55 <sub>1</sub>	4.44 <sub>1</sub>	2.13 <sub>1</sub>	2.10 <sub>1</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·(Fe <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	7- 411
4.32 <sub>1</sub>	6.60 <sub>1</sub>	5.70 <sub>1</sub>	3.29 <sub>1</sub>	1.89 <sub>1</sub>	2.46 <sub>1</sub>	2.28 <sub>1</sub>	2.62 <sub>1</sub>	UC <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ·CH <sub>2</sub> C	1- 176
4.05 <sub>1</sub>	6.53 <sub>1</sub>	3.27 <sub>1</sub>	3.90 <sub>1</sub>	3.77 <sub>1</sub>	2.17 <sub>1</sub>	2.37 <sub>1</sub>	2.30 <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	14- 254
4.33 <sub>1</sub>	6.53 <sub>1</sub>	5.75 <sub>1</sub>	3.89 <sub>1</sub>	3.46 <sub>1</sub>	2.82 <sub>1</sub>	2.66 <sub>1</sub>	2.14 <sub>1</sub>	Na <sub>2</sub> F <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	5- 14
4.07 <sub>1</sub>	6.53 <sub>1</sub>	10.20 <sub>1</sub>	4.93 <sub>1</sub>	4.48 <sub>1</sub>	7.15 <sub>1</sub>	2.64 <sub>1</sub>	2.53 <sub>1</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	15- 544
4.31 <sub>2</sub>	6.51 <sub>2</sub>	6.18 <sub>2</sub>	3.62 <sub>2</sub>	3.52 <sub>2</sub>	11.70 <sub>2</sub>	3.07 <sub>2</sub>	2.77 <sub>2</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> TI	15- 521
4.10 <sub>2</sub>	6.50 <sub>2</sub>	5.11 <sub>2</sub>	3.67 <sub>2</sub>	2.85 <sub>2</sub>	2.77 <sub>2</sub>	2.65 <sub>2</sub>	3.66 <sub>2</sub>	BeAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·4H <sub>2</sub> O q	10- 25
4.20 <sub>2</sub>	6.50 <sub>2</sub>	10.00 <sub>2</sub>	4.76 <sub>2</sub>	4.55 <sub>2</sub>	2.89 <sub>2</sub>	2.67 <sub>2</sub>	3.64 <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> HFC <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	11- 256
4.25 <sub>2</sub>	6.50 <sub>2</sub>	1.06 <sub>2</sub>	3.06 <sub>2</sub>	0.70 <sub>2</sub>	4.46 <sub>2</sub>	4.44 <sub>2</sub>	3.35 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> PCl <sub>2</sub> ·1.67H <sub>2</sub> O	15- 267
4.66 <sub>2</sub>	6.49 <sub>2</sub>	4.72 <sub>2</sub>	4.45 <sub>2</sub>	4.31 <sub>2</sub>	3.32 <sub>2</sub>	2.69 <sub>2</sub>	3.46 <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	13- 582
4.33 <sub>2</sub>	6.46 <sub>2</sub>	3.46 <sub>2</sub>	2.59 <sub>2</sub>	4.13 <sub>2</sub>	4.06 <sub>2</sub>	2.64 <sub>2</sub>	3.56 <sub>2</sub>	o-U <sub>3</sub> (PC <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	10- 226
4.33 <sub>3</sub>	6.46 <sub>3</sub>	3.50 <sub>3</sub>	2.64 <sub>3</sub>	2.82 <sub>3</sub>	4.14 <sub>3</sub>	4.11 <sub>3</sub>	3.55 <sub>3</sub>	α-Tl <sub>3</sub> (PC <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	10- 234
4.14 <sub>3</sub>	6.42 <sub>3</sub>	4.32 <sub>3</sub>	5.08 <sub>3</sub>	3.84 <sub>3</sub>	2.76 <sub>3</sub>	2.06 <sub>3</sub>	2.33 <sub>3</sub>	BeE <sub>4</sub>	12- 361
4.20 <sub>3</sub>	6.37 <sub>3</sub>	6.46 <sub>3</sub>	3.51 <sub>3</sub>	3.22 <sub>3</sub>	3.13 <sub>3</sub>	2.41 <sub>3</sub>	3.15 <sub>3</sub>	(H <sub>2</sub> C) <sub>2</sub> (UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> V <sub>2</sub> O <sub>8</sub> q	11- 369
4.07 <sub>3</sub>	6.34 <sub>3</sub>	5.82 <sub>3</sub>	5.16 <sub>3</sub>	3.68 <sub>3</sub>	2.99 <sub>3</sub>	4.36 <sub>3</sub>	2.90 <sub>3</sub>	f-Tl <sub>3</sub> (PC <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	16- 217
4.33 <sub>4</sub>	6.30 <sub>4</sub>	7.15 <sub>4</sub>	3.24 <sub>4</sub>	6.52 <sub>4</sub>	2.16 <sub>4</sub>	4.76 <sub>4</sub>	4.49 <sub>4</sub>	UC <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> )(M <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	16- 203
4.30 <sub>4</sub>	6.30 <sub>4</sub>	3.07 <sub>4</sub>	3.45 <sub>4</sub>	3.27 <sub>4</sub>	2.45 <sub>4</sub>	2.15 <sub>4</sub>	2.91 <sub>4</sub>	Zn <sub>2</sub> Cd <sub>2</sub> (FC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	10- 610
4.29 <sub>4</sub>	6.05 <sub>4</sub>	4.72 <sub>4</sub>	3.51 <sub>4</sub>	2.62 <sub>4</sub>	2.06 <sub>4</sub>	2.66 <sub>4</sub>	1.97 <sub>4</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> KePuG <sub>4</sub>	14- 605
4.29 <sub>5</sub>	6.00 <sub>5</sub>	2.52 <sub>5</sub>	2.48 <sub>5</sub>	2.30 <sub>5</sub>	1.51 <sub>5</sub>	2.02 <sub>5</sub>	1.56 <sub>5</sub>	MNiCl <sub>6</sub>	14- 423
4.66 <sub>5</sub>	5.97 <sub>5</sub>	11.00 <sub>5</sub>	4.13 <sub>5</sub>	3.69 <sub>5</sub>	2.66 <sub>5</sub>	3.09 <sub>5</sub>	3.50 <sub>5</sub>	Et <sub>2</sub> FeO <sub>3</sub>	15- 362
4.29 <sub>6</sub>	5.93 <sub>6</sub>	3.49 <sub>6</sub>	2.30 <sub>6</sub>	2.64 <sub>6</sub>	2.50 <sub>6</sub>	1.61 <sub>6</sub>	3.04 <sub>6</sub>	KMnCl <sub>6</sub>	14- 424
4.17 <sub>6</sub>	5.60 <sub>6</sub>	6.00 <sub>6</sub>	6.71 <sub>6</sub>	3.66 <sub>6</sub>	3.46 <sub>6</sub>	5.14 <sub>6</sub>	5.14 <sub>6</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> TI	15- 516
4.06 <sub>7</sub>	5.78 <sub>7</sub>	4.19 <sub>7</sub>	3.60 <sub>7</sub>	5.03 <sub>7</sub>	2.56 <sub>7</sub>	5.57 <sub>7</sub>	5.34 <sub>7</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	17- 160
4.33 <sub>7</sub>	5.72 <sub>7</sub>	3.36 <sub>7</sub>	3.11 <sub>7</sub>	3.65 <sub>7</sub>	3.26 <sub>7</sub>	2.83 <sub>7</sub>	1.95 <sub>7</sub>	KU <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	17- 168
4.09 <sub>7</sub>	5.66 <sub>7</sub>	3.78 <sub>7</sub>	2.66 <sub>7</sub>	2.13 <sub>7</sub>	2.44 <sub>7</sub>	1.45 <sub>7</sub>	2.91 <sub>7</sub>	Li <sub>2</sub> TaO <sub>4</sub> (High Temp.)	17- 582
4.33 <sub>8</sub>	5.62 <sub>8</sub>	5.30 <sub>8</sub>	6.40 <sub>8</sub>	2.77 <sub>8</sub>	2.71 <sub>8</sub>	2.62 <sub>8</sub>	6.94 <sub>8</sub>	(Cr(NH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> (CrO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	12- 21
4.26 <sub>8</sub>	5.60 <sub>8</sub>	2.92 <sub>8</sub>	2.69 <sub>8</sub>	2.66 <sub>8</sub>	5.91 <sub>8</sub>	4.14 <sub>8</sub>	2.80 <sub>8</sub>	hPhh <sub>4</sub> PC <sub>4</sub> ·CH <sub>2</sub> O	15- 762
4.30 <sub>8</sub>	5.60 <sub>8</sub>	5.20 <sub>8</sub>	2.74 <sub>8</sub>	5.13 <sub>8</sub>	3.36 <sub>8</sub>	2.62 <sub>8</sub>	2.17 <sub>8</sub>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1- 377
4.26 <sub>9</sub>	5.50 <sub>9</sub>	2.75 <sub>9</sub>	2.35 <sub>9</sub>	2.08 <sub>9</sub>	2.88 <sub>9</sub>	2.32 <sub>9</sub>	2.13 <sub>9</sub>	FeCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> C	1- 216
4.13 <sub>9</sub>	5.50 <sub>9</sub>	2.67 <sub>9</sub>	7.00 <sub>9</sub>	3.74 <sub>9</sub>	2.75 <sub>9</sub>	3.26 <sub>9</sub>	3.22 <sub>9</sub>	Sn <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	14- 619
4.10 <sub>9</sub>	5.46 <sub>9</sub>	2.78 <sub>9</sub>	2.74 <sub>9</sub>	2.66 <sub>9</sub>	3.72 <sub>9</sub>	3.20 <sub>9</sub>	6.95 <sub>9</sub>	Sn <sub>2</sub> S <sub>4</sub> q	14- 536
4.07 <sub>9</sub>	5.46 <sub>9</sub>	7.30 <sub>9</sub>	3.32 <sub>9</sub>	3.07 <sub>9</sub>	2.63 <sub>9</sub>	2.03 <sub>9</sub>	6.31 <sub>9</sub>	StrE <sub>4</sub> O <sub>13</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 493
4.21 <sub>9</sub>	5.44 <sub>9</sub>	6.97 <sub>9</sub>	2.66 <sub>9</sub>	5.67 <sub>9</sub>	2.66 <sub>9</sub>	2.00 <sub>9</sub>	6.76 <sub>9</sub>	(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> SiC <sub>4</sub> (CH) <sub>3</sub> C·12H <sub>2</sub> O q	8- 131
4.06 <sub>10</sub>	5.40 <sub>10</sub>	3.64 <sub>10</sub>	4.51 <sub>10</sub>	3.11 <sub>10</sub>	2.70 <sub>10</sub>	2.54 <sub>10</sub>	2.37 <sub>10</sub>	Zn <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1- 433
4.16 <sub>10</sub>	5.36 <sub>10</sub>	3.19 <sub>10</sub>	2.93 <sub>10</sub>	5.53 <sub>10</sub>	3.72 <sub>10</sub>	2.29 <sub>10</sub>	4.56 <sub>10</sub>	Cd <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	14- 162
4.31 <sub>10</sub>	5.37 <sub>10</sub>	7.85 <sub>10</sub>	3.40 <sub>10</sub>	6.79 <sub>10</sub>	3.52 <sub>10</sub>	2.00 <sub>10</sub>	2.72 <sub>10</sub>	K <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	14- 157
4.21 <sub>10</sub>	5.36 <sub>10</sub>	4.18 <sub>10</sub>	5.25 <sub>10</sub>	2.87 <sub>10</sub>	2.65 <sub>10</sub>	4.46 <sub>10</sub>	3.40 <sub>10</sub>	Zn <sub>2</sub> SiC <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	9- 395
4.21 <sub>11</sub>	5.35 <sub>11</sub>	2.68 <sub>11</sub>	5.99 <sub>11</sub>	2.65 <sub>11</sub>	2.66 <sub>11</sub>	2.45 <sub>11</sub>	4.48 <sub>11</sub>	MgSiC <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	6- 467
4.20 <sub>11</sub>	5.35 <sub>11</sub>	1.24 <sub>11</sub>	3.03 <sub>11</sub>	1.13 <sub>11</sub>	2.67 <sub>11</sub>	2.04 <sub>11</sub>	1.40 <sub>11</sub>	KC <sub>8</sub>	4- 221
4.24 <sub>11</sub>	5.33 <sub>11</sub>	2.69 <sub>11</sub>	3.51 <sub>11</sub>	2.82 <sub>11</sub>	2.00 <sub>11</sub>	7.05 <sub>11</sub>	2.13 <sub>11</sub>	Ce <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 246
4.11 <sub>11</sub>	5.32 <sub>11</sub>	3.51 <sub>11</sub>	3.05 <sub>11</sub>	2.71 <sub>11</sub>	4.36 <sub>11</sub>	3.36 <sub>11</sub>	3.58 <sub>11</sub>	Li <sub>4</sub> F <sub>12</sub> Cl <sub>17</sub>	11- 536
4.23 <sub>11</sub>	5.31 <sub>11</sub>	5.06 <sub>11</sub>	3.47 <sub>11</sub>	3.16 <sub>11</sub>	3.03 <sub>11</sub>	2.13 <sub>11</sub>	2.67 <sub>11</sub>	Th <sub>3</sub> (PC <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	12- 399
4.30 <sub>11</sub>	5.20 <sub>11</sub>	5.60 <sub>11</sub>	6.40 <sub>11</sub>	3.40 <sub>11</sub>	6.90 <sub>11</sub>	3.17 <sub>11</sub>	11.20 <sub>11</sub>	E <sub>2</sub> CH <sub>13</sub> Cl	12- 491
4.20 <sub>11</sub>	5.30 <sub>11</sub>	2.85 <sub>11</sub>	2.75 <sub>11</sub>	2.45 <sub>11</sub>	2.65 <sub>11</sub>	4.45 <sub>11</sub>	2.15 <sub>11</sub>	NiSiC <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	1- 403
4.25 <sub>12</sub>	5.30 <sub>12</sub>	3.44 <sub>12</sub>	3.31 <sub>12</sub>	1.69 <sub>12</sub>	2.25 <sub>12</sub>	1.61 <sub>12</sub>	1.69 <sub>12</sub>	CaSiF <sub>6</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1- 227
4.16 <sub>12</sub>	5.29 <sub>12</sub>	2.55 <sub>12</sub>	3.22 <sub>12</sub>	2.69 <sub>12</sub>	3.16 <sub>12</sub>	2.51 <sub>12</sub>	1.95 <sub>12</sub>	α-Zn(FC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	9- 107
4.10 <sub>12</sub>	5.26 <sub>12</sub>	3.25 <sub>12</sub>	2.82 <sub>12</sub>	2.63 <sub>12</sub>	2.56 <sub>12</sub>	2.34 <sub>12</sub>	3.34 <sub>12</sub>	(M <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> )Cl <sub>2</sub>	9- 191
4.23 <sub>12</sub>	5.26 <sub>12</sub>	3.06 <sub>12</sub>	5.99 <sub>12</sub>	5.70 <sub>12</sub>	4.56 <sub>12</sub>	3.32 <sub>12</sub>	3.16 <sub>12</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> HF <sub>2</sub> (C <sub>6</sub> NH <sub>7</sub> )·1.5H <sub>2</sub> O	13- 20
4.20 <sub>12</sub>	5.22 <sub>12</sub>	4.91 <sub>12</sub>	3.89 <sub>12</sub>	7.85 <sub>12</sub>	2.86 <sub>12</sub>	2.59 <sub>12</sub>	2.59 <sub>12</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> TI	15- 527
4.21 <sub>13</sub>	5.21 <sub>13</sub>	4.65 <sub>13</sub>	3.34 <sub>13</sub>	3.24 <sub>13</sub>	2.91 <sub>13</sub>	2.87 <sub>13</sub>	2.81 <sub>13</sub>	Ne <sub>2</sub> HPC <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	12- 445
4.10 <sub>13</sub>	5.20 <sub>13</sub>	3.23 <sub>13</sub>	2.65 <sub>13</sub>	3.09 <sub>13</sub>	2.87 <sub>13</sub>	2.73 <sub>13</sub>	2.51 <sub>13</sub>	Mg <sub>3</sub> (PC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	1- 426
4.22 <sub>13</sub>	5.19 <sub>13</sub>	6.64 <sub>13</sub>	3.26 <sub>13</sub>	3.51 <sub>13</sub>	1.66 <sub>13</sub>	5.83 <sub>13</sub>	6.86 <sub>13</sub>	UC <sub>2</sub> HPC <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> C	13- 61
4.31 <sub>13</sub>	5.12 <sub>13</sub>	3.30 <sub>13</sub>	2.49 <sub>13</sub>	2.25 <sub>13</sub>	1.81 <sub>13</sub>	2.02 <sub>13</sub>	1.55 <sub>13</sub>	NaPrIO <sub>4</sub>	14- 438
4.16 <sub>13</sub>	5.12 <sub>13</sub>	6.04 <sub>13</sub>	3.44 <sub>13</sub>	3.14 <sub>13</sub>	3.62 <sub>13</sub>	3.00 <sub>13</sub>	2.61 <sub>13</sub>	Ne <sub>2</sub> (UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> V <sub>2</sub> C <sub>6</sub>	11- 296
4.15 <sub>13</sub>	5.09 <sub>13</sub>	4.60 <sub>13</sub>	3.77 <sub>13</sub>	3.61 <sub>13</sub>	2.15 <sub>13</sub>	2.08 <sub>13</sub>	1.60 <sub>13</sub>	XeStF <sub>11</sub>	17- 255
4.30 <sub>14</sub>	5.07 <sub>14</sub>	6.79 <sub>14</sub>	4.15 <sub>14</sub>	4.80 <sub>14</sub>	4.66 <sub>14</sub>	4.80 <sub>14</sub>	4.60 <sub>14</sub>	Be(EH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	6- 129
4.30 <sub>15</sub>	5.03 <sub>15</sub>	4.11 <sub>15</sub>	3.81 <sub>15</sub>	3.36 <sub>15</sub>	2.75 <sub>15</sub>	6.37 <sub>15</sub>	3.93 <sub>15</sub>	Be (Tetrag.)	11- 617
4.15 <sub>15</sub>	5.01 <sub>15</sub>	6.95 <sub>15</sub>	6.43 <sub>15</sub>	4.33 <sub>15</sub>	6.60 <sub>15</sub>	6.05 <sub>15</sub>	6.90 <sub>15</sub>	(Mn(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> AsD) <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	16- 532
4.30 <sub>16</sub>	4.96 <sub>16</sub>	2.60 <sub>16</sub>	3.04 <sub>16</sub>	1.53 <sub>16</sub>	1.98 <sub>16</sub>	1.66 <sub>16</sub>	1.76 <sub>16</sub>	α-U <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	16- 233
4.16 <sub>16</sub>	4.93 <sub>16</sub>	3.16 <sub>16</sub>	5.91 <sub>16</sub>	2.92 <sub>16</sub>	3.78 <sub>16</sub>	2.64 <sub>16</sub>	2.42 <sub>16</sub>	TiSiC <sub>4</sub>	14- 502
4.31 <sub>16</sub>	4.92 <sub>16</sub>	4.57 <sub>16</sub>	4.62 <sub>16</sub>	2.65 <sub>16</sub>	2.59 <sub>16</sub>	3.40 <sub>16</sub>	2.83 <sub>16</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> G <sub>4</sub> Zn·2H <sub>2</sub> O	14- 761
4.14 <sub>16</sub>	4.90 <sub>16</sub>	3.16 <sub>16</sub>	2.91 <sub>16</sub>	5.86 <sub>16</sub>	2.63 <sub>16</sub>	3.77 <sub>16</sub>	2.45 <sub>16</sub>	NH <sub>4</sub> VC <sub>2</sub>	9- 411
4.09 <sub>16</sub>	4.90 <sub>16</sub>	2.97 <sub>16</sub>	4.27 <sub>16</sub>	2.23 <sub>16</sub>	2.05 <sub>16</sub>	2.14 <sub>16</sub>	1.82 <sub>16</sub>	K <sub>3</sub> Ne <sub>3</sub> Zr <sub>2</sub> F <sub>14</sub>	10- 105
4.25 <sub>16</sub>	4.87 <sub>16</sub>	4.37 <sub>16</sub>	3.25 <sub>16</sub>	2.82 <sub>16</sub>	2.36 <sub>16</sub>	2.81 <sub>16</sub>	2.19 <sub>16</sub>	LiH <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	15- 460
4.31 <sub>17</sub>	4.86 <sub>17</sub>	4.60 <sub>17</sub>	4.26 <sub>17</sub>	2.65 <sub>17</sub>	2.26 <sub>17</sub>	1.92 <sub>17</sub>	1.67 <sub>17</sub>	FeF <sub>2</sub>	3- 143
4.32 <sub>17</sub>	4.85 <sub>17</sub>	4.37 <sub>17</sub>	2.45 <sub>17</sub>	2.39 <sub>17</sub>	2.42 <sub>17</sub>	2.04 <sub>17</sub>	3.31 <sub>17</sub>	Al(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	7- 324
4.09 <sub>18</sub>	4.85 <sub>18</sub>	3.34 <sub>18</sub>	5.37 <sub>18</sub>	4.50 <sub>18</sub>	3.26 <sub>18</sub>	3.18 <sub>18</sub>	3.01 <sub>18</sub>	KNeZrF <sub>6</sub>	10- 102
4.11 <sub>18</sub>	4.83 <sub>18</sub>	4.32 <sub>18</sub>	3.46 <sub>18</sub>	9.55 <sub>18</sub>	3.32 <sub>18</sub>				

• 3.74 <sub>6</sub>	4.31 <sub>x</sub>	2.25 <sub>x</sub>	2.65 <sub>4</sub>	2.16 <sub>3</sub>	1.71 <sub>3</sub>	1.53 <sub>2</sub>	1.26 <sub>2</sub>	TmF <sub>12</sub>	12-	36
• 3.73 <sub>6</sub>	4.31 <sub>x</sub>	2.25 <sub>x</sub>	2.64 <sub>4</sub>	2.16 <sub>3</sub>	1.72 <sub>2</sub>	1.53 <sub>2</sub>	1.26 <sub>2</sub>	ErF <sub>12</sub>	11-	580
• 3.83 <sub>6</sub>	4.29 <sub>x</sub>	3.08 <sub>x</sub>	2.98 <sub>3</sub>	2.57 <sub>3</sub>	2.06 <sub>3</sub>	2.48 <sub>3</sub>	5.17 <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> MnCl <sub>4</sub>	12-	264
• 3.87 <sub>6</sub>	4.29 <sub>x</sub>	8.46 <sub>6</sub>	2.95 <sub>4</sub>	2.66 <sub>6</sub>	2.43 <sub>6</sub>	9.33 <sub>6</sub>	3.17 <sub>4</sub>	Mg <sub>3</sub> Pr(OH) <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	12-	121
• 3.76 <sub>6</sub>	4.27 <sub>x</sub>	3.39 <sub>x</sub>	4.19 <sub>6</sub>	3.29 <sub>6</sub>	4.77 <sub>6</sub>	4.54 <sub>6</sub>	2.52 <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> PbO <sub>4</sub>	14-	803
• 3.81 <sub>7</sub>	4.27 <sub>x</sub>	4.21 <sub>x</sub>	4.15 <sub>6</sub>	2.47 <sub>6</sub>	5.37 <sub>3</sub>	3.16 <sub>3</sub>	6.30 <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mn(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	11-	134
• 3.80 <sub>6</sub>	4.27 <sub>x</sub>	4.98 <sub>6</sub>	2.96 <sub>6</sub>	2.49 <sub>6</sub>	2.48 <sub>6</sub>	3.83 <sub>6</sub>	2.30 <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	14-	263
• 3.78 <sub>x</sub>	4.25 <sub>6</sub>	3.52 <sub>6</sub>	2.02 <sub>6</sub>	2.77 <sub>3</sub>	1.99 <sub>5</sub>	2.84 <sub>6</sub>	2.09 <sub>3</sub>	LiU <sub>4</sub> F <sub>17</sub>	10-	120
• 3.76 <sub>6</sub>	4.24 <sub>6</sub>	2.11 <sub>x</sub>	1.97 <sub>6</sub>	3.33 <sub>7</sub>	3.98 <sub>6</sub>	3.69 <sub>6</sub>	1.92 <sub>4</sub>	ThF <sub>4</sub>	15-	413
• 3.86 <sub>7</sub>	4.23 <sub>x</sub>	2.65 <sub>6</sub>	2.53 <sub>3</sub>	2.73 <sub>2</sub>	6.69 <sub>2</sub>	2.29 <sub>1</sub>	1.76 <sub>1</sub>	LiClO <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	8-	156
• 3.74 <sub>6</sub>	4.23 <sub>6</sub>	4.10 <sub>x</sub>	2.40 <sub>6</sub>	2.99 <sub>6</sub>	3.08 <sub>3</sub>	2.76 <sub>3</sub>	3.44 <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> Fe(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17-	466
• 3.75 <sub>5</sub>	4.20 <sub>x</sub>	4.13 <sub>5</sub>	5.36 <sub>5</sub>	6.27 <sub>2</sub>	5.92 <sub>2</sub>	3.62 <sub>2</sub>	4.25 <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fe(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17-	481
• 3.73 <sub>6</sub>	4.20 <sub>x</sub>	2.79 <sub>x</sub>	2.22 <sub>4</sub>	1.70 <sub>3</sub>	3.23 <sub>2</sub>	2.44 <sub>1</sub>	1.54 <sub>1</sub>	LiI <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O	1-	411
• 3.74 <sub>6</sub>	4.19 <sub>6</sub>	4.16 <sub>x</sub>	5.44 <sub>6</sub>	3.05 <sub>6</sub>	4.23 <sub>3</sub>	4.42 <sub>3</sub>	2.82 <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cu(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	11-	660
• 3.77 <sub>x</sub>	4.19 <sub>6</sub>	3.02 <sub>6</sub>	4.25 <sub>6</sub>	4.14 <sub>5</sub>	5.38 <sub>5</sub>	3.05 <sub>6</sub>	6.25 <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Co(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17-	304
• 3.79 <sub>x</sub>	4.19 <sub>6</sub>	3.14 <sub>5</sub>	5.34 <sub>6</sub>	4.24 <sub>3</sub>	5.11 <sub>2</sub>	4.12 <sub>2</sub>	3.00 <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mg(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	11-	73
• 3.85 <sub>6</sub>	4.15 <sub>x</sub>	2.42 <sub>6</sub>	2.23 <sub>6</sub>	2.16 <sub>6</sub>	1.82 <sub>6</sub>	1.68 <sub>6</sub>	1.55 <sub>6</sub>	α-AlB <sub>12</sub>	16-	276
• 3.76 <sub>5</sub>	4.14 <sub>x</sub>	3.03 <sub>7</sub>	1.91 <sub>3</sub>	1.85 <sub>3</sub>	1.81 <sub>3</sub>	2.48 <sub>3</sub>	2.23 <sub>3</sub>	Th(ClO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	15-	419
• 3.90 <sub>x</sub>	4.14 <sub>6</sub>	2.84 <sub>6</sub>	2.30 <sub>1</sub>	1.95 <sub>1</sub>	1.83 <sub>1</sub>	2.62 <sub>0</sub>	2.07 <sub>0</sub>	Co(C <sub>10</sub> ) <sub>2</sub> ·2SO <sub>3</sub>	14-	375
• 3.85 <sub>x</sub>	4.12 <sub>6</sub>	2.52 <sub>6</sub>	1.82 <sub>2</sub>	2.06 <sub>1</sub>	1.95 <sub>1</sub>	4.85 <sub>1</sub>	2.42 <sub>1</sub>	Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	6-	197
• 3.81 <sub>5</sub>	4.10 <sub>x</sub>	4.31 <sub>6</sub>	2.97 <sub>1</sub>	3.25 <sub>1</sub>	2.49 <sub>1</sub>	2.30 <sub>1</sub>	2.05 <sub>0</sub>	SiC <sub>2</sub>	16-	152
• 3.76 <sub>6</sub>	4.09 <sub>7</sub>	5.68 <sub>x</sub>	2.66 <sub>5</sub>	2.13 <sub>4</sub>	2.44 <sub>3</sub>	1.49 <sub>3</sub>	2.91 <sub>2</sub>	Li <sub>3</sub> TaO <sub>4</sub> (High Temp.)	17-	582
• 3.89 <sub>x</sub>	4.09 <sub>6</sub>	3.64 <sub>7</sub>	2.71 <sub>5</sub>	2.48 <sub>5</sub>	3.15 <sub>4</sub>	3.14 <sub>4</sub>	5.39 <sub>3</sub>	Li <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	13-	432
• 3.83 <sub>x</sub>	4.08 <sub>6</sub>	3.36 <sub>5</sub>	3.69 <sub>3</sub>	2.68 <sub>3</sub>	3.24 <sub>2</sub>	4.33 <sub>2</sub>	5.47 <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> PC <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	16-	924
• 3.85 <sub>x</sub>	4.07 <sub>6</sub>	2.10 <sub>3</sub>	2.06 <sub>3</sub>	3.60 <sub>4</sub>	3.03 <sub>4</sub>	2.93 <sub>4</sub>	2.80 <sub>4</sub>	Tl <sub>3</sub> (Te(C <sub>2</sub> H) <sub>3</sub> (CN) <sub>4</sub> )	16-	579
• 3.77 <sub>6</sub>	4.07 <sub>x</sub>	2.81 <sub>6</sub>	3.35 <sub>6</sub>	2.43 <sub>6</sub>	2.12 <sub>6</sub>	3.00 <sub>6</sub>	5.15 <sub>2</sub>	(CN) <sub>2</sub> ·2SO <sub>3</sub>	15-	45
• 3.75 <sub>x</sub>	4.04 <sub>6</sub>	2.34 <sub>6</sub>	4.55 <sub>6</sub>	2.78 <sub>7</sub>	3.03 <sub>6</sub>	2.42 <sub>6</sub>	2.29 <sub>6</sub>	(PbLi <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OF	8-	381
• 3.75 <sub>6</sub>	3.97 <sub>6</sub>	6.55 <sub>x</sub>	3.64 <sub>6</sub>	4.61 <sub>5</sub>	2.99 <sub>5</sub>	2.24 <sub>5</sub>	2.13 <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> (Pt(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> )	16-	644
• 3.85 <sub>6</sub>	3.96 <sub>6</sub>	3.16 <sub>x</sub>	3.13 <sub>6</sub>	2.63 <sub>6</sub>	2.88 <sub>5</sub>	2.87 <sub>5</sub>	2.75 <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> P <sub>12</sub> (PC <sub>4</sub> ) <sub>9</sub> F <sub>9</sub>	14-	417
• 3.75 <sub>6</sub>	3.95 <sub>7</sub>	6.55 <sub>x</sub>	4.55 <sub>5</sub>	2.98 <sub>5</sub>	2.53 <sub>5</sub>	2.25 <sub>5</sub>	3.52 <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> (Pd(SCN) <sub>4</sub> )	16-	775
• 3.86 <sub>x</sub>	3.93 <sub>7</sub>	2.98 <sub>5</sub>	4.00 <sub>5</sub>	2.57 <sub>5</sub>	3.00 <sub>6</sub>	3.09 <sub>3</sub>	3.06 <sub>2</sub>	BaMg <sub>2</sub> (FC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	16-	557
• 3.75 <sub>7</sub>	3.89 <sub>6</sub>	7.81 <sub>x</sub>	3.29 <sub>6</sub>	2.15 <sub>6</sub>	1.92 <sub>4</sub>	6.02 <sub>3</sub>	3.04 <sub>3</sub>	Unnamed mineral	15-	605
• 3.89 <sub>6</sub>	3.87 <sub>6</sub>	3.29 <sub>x</sub>	3.40 <sub>6</sub>	1.65 <sub>4</sub>	2.36 <sub>3</sub>	3.02 <sub>2</sub>	2.25 <sub>2</sub>	HgSC <sub>4</sub>	13-	519
• 2.81 <sub>6</sub>	3.87 <sub>6</sub>	4.34 <sub>x</sub>	7.06 <sub>6</sub>	3.61 <sub>4</sub>	2.92 <sub>3</sub>	2.58 <sub>3</sub>	3.18 <sub>3</sub>	β-Sr(PC <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12-	360
• 3.76 <sub>x</sub>	3.86 <sub>6</sub>	1.84 <sub>4</sub>	2.25 <sub>2</sub>	5.66 <sub>2</sub>	2.99 <sub>2</sub>	2.07 <sub>2</sub>	2.80 <sub>0</sub>	C <sub>2</sub> Th <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	13-	377
• 3.75 <sub>5</sub>	3.86 <sub>6</sub>	2.96 <sub>x</sub>	4.39 <sub>3</sub>	2.85 <sub>3</sub>	2.57 <sub>3</sub>	2.43 <sub>2</sub>	4.13 <sub>2</sub>	BaTiP <sub>2</sub> C <sub>8</sub> (low temp.)	12-	866
• 3.76 <sub>6</sub>	3.84 <sub>x</sub>	3.64 <sub>x</sub>	2.62 <sub>3</sub>	2.68 <sub>7</sub>	1.82 <sub>7</sub>	1.64 <sub>6</sub>	2.66 <sub>6</sub>	W <sub>3</sub>	5-	363
• 3.74 <sub>6</sub>	3.80 <sub>x</sub>	3.26 <sub>x</sub>	2.78 <sub>8</sub>	3.21 <sub>5</sub>	3.10 <sub>4</sub>	2.76 <sub>4</sub>	4.29 <sub>3</sub>	Ba <sub>3</sub> Si <sub>6</sub> C <sub>21</sub>	12-	548
• 3.91 <sub>6</sub>	3.79 <sub>x</sub>	2.81 <sub>x</sub>	3.42 <sub>6</sub>	2.71 <sub>6</sub>	1.44 <sub>4</sub>	2.26 <sub>3</sub>	2.39 <sub>3</sub>	β-LiClC <sub>3</sub>	13-	392
• 3.88 <sub>6</sub>	3.79 <sub>6</sub>	6.35 <sub>x</sub>	4.40 <sub>5</sub>	5.25 <sub>4</sub>	4.07 <sub>3</sub>	3.70 <sub>3</sub>	3.48 <sub>3</sub>	K(PtCl <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> )	16-	646
• 3.88 <sub>x</sub>	3.75 <sub>x</sub>	2.20 <sub>x</sub>	2.16 <sub>x</sub>	2.13 <sub>x</sub>	5.10 <sub>6</sub>	4.82 <sub>6</sub>	3.39 <sub>6</sub>	Al <sub>3</sub> Tc	17-	708
• 3.85 <sub>x</sub>	3.76 <sub>6</sub>	3.25 <sub>6</sub>	3.20 <sub>5</sub>	2.79 <sub>5</sub>	2.21 <sub>4</sub>	2.27 <sub>3</sub>	1.82 <sub>3</sub>	Ba <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> C <sub>13</sub>	12-	547
• 3.76 <sub>x</sub>	3.77 <sub>x</sub>	3.36 <sub>x</sub>	3.36 <sub>x</sub>	2.98 <sub>x</sub>	3.75 <sub>x</sub>	3.35 <sub>x</sub>	2.46 <sub>x</sub>	α-Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (high temp.)	9-	360
• 3.91 <sub>6</sub>	3.76 <sub>6</sub>	2.80 <sub>x</sub>	2.63 <sub>3</sub>	3.46 <sub>6</sub>	2.37 <sub>6</sub>	1.96 <sub>4</sub>	1.74 <sub>4</sub>	Mo <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (form III)	8-	31
• 3.87 <sub>6</sub>	3.75 <sub>x</sub>	4.43 <sub>6</sub>	2.25 <sub>5</sub>	2.91 <sub>5</sub>	3.43 <sub>4</sub>	3.30 <sub>4</sub>	7.20 <sub>4</sub>	γ-Sr(PC <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	12-	365
• 3.82 <sub>x</sub>	3.74 <sub>6</sub>	2.67 <sub>6</sub>	3.35 <sub>6</sub>	2.93 <sub>6</sub>	2.50 <sub>7</sub>	2.31 <sub>7</sub>	1.56 <sub>7</sub>	Na <sub>0.22</sub> WO <sub>3</sub>	5-	361
• 3.78 <sub>x</sub>	3.73 <sub>5</sub>	3.03 <sub>5</sub>	2.65 <sub>5</sub>	2.66 <sub>4</sub>	2.19 <sub>4</sub>	2.76 <sub>2</sub>	1.95 <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> As <sub>2</sub> S <sub>15</sub>	5-	377
• 3.75 <sub>6</sub>	3.72 <sub>6</sub>	3.43 <sub>x</sub>	2.73 <sub>5</sub>	2.85 <sub>4</sub>	2.24 <sub>3</sub>	2.21 <sub>3</sub>	2.05 <sub>3</sub>	Pb <sub>3</sub> As <sub>4</sub> S <sub>15</sub>	13-	446
• 3.93 <sub>6</sub>	3.72 <sub>6</sub>	3.47 <sub>x</sub>	7.39 <sub>6</sub>	4.02 <sub>6</sub>	3.63 <sub>6</sub>	2.76 <sub>6</sub>	2.63 <sub>6</sub>	5AlBr <sub>3</sub> ·9Al(OH) <sub>3</sub> ·27.5H <sub>2</sub> O	15-	175
• 3.74 <sub>6</sub>	3.71 <sub>6</sub>	3.56 <sub>x</sub>	3.42 <sub>6</sub>	1.90 <sub>6</sub>	2.78 <sub>6</sub>	9.62 <sub>6</sub>	5.13 <sub>6</sub>	Ti <sub>2</sub> Nb <sub>10</sub> C <sub>29</sub>	13-	316
• 3.89 <sub>6</sub>	3.71 <sub>x</sub>	2.12 <sub>6</sub>	2.43 <sub>6</sub>	2.37 <sub>6</sub>	4.49 <sub>7</sub>	2.69 <sub>7</sub>	1.63 <sub>7</sub>	epillicon-MnO <sub>2</sub>	12-	141
• 3.83 <sub>x</sub>	3.71 <sub>x</sub>	2.58 <sub>x</sub>	1.45 <sub>x</sub>	1.23 <sub>x</sub>	2.46 <sub>9</sub>	2.34 <sub>9</sub>	2.26 <sub>9</sub>	Li <sub>2</sub> BeSiO <sub>4</sub>	17-	532
• 3.86 <sub>x</sub>	3.70 <sub>x</sub>	2.65 <sub>x</sub>	2.50 <sub>x</sub>	2.20 <sub>x</sub>	1.22 <sub>x</sub>	2.16 <sub>x</sub>	1.91 <sub>x</sub>	(Mg <sub>2</sub> Sn)H	17-	83
• 3.89 <sub>6</sub>	3.70 <sub>x</sub>	2.68 <sub>6</sub>	2.62 <sub>6</sub>	1.85 <sub>6</sub>	1.66 <sub>6</sub>	1.52 <sub>6</sub>	2.17 <sub>6</sub>	Na <sub>0.10</sub> WO <sub>3</sub>	5-	385
• 3.88 <sub>x</sub>	3.69 <sub>6</sub>	11.70 <sub>6</sub>	2.95 <sub>3</sub>	3.00 <sub>2</sub>	2.67 <sub>2</sub>	4.90 <sub>2</sub>	2.56 <sub>2</sub>	Ca(H <sub>2</sub> PC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·1H <sub>2</sub> O	5-	347
• 3.79 <sub>2</sub>	3.69 <sub>x</sub>	3.58 <sub>2</sub>	2.55 <sub>1</sub>	7.20 <sub>0</sub>	4.08 <sub>0</sub>	2.99 <sub>0</sub>	2.47 <sub>0</sub>	MgO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·SiC <sub>2</sub> g	14-	346
• 3.85 <sub>2</sub>	3.69 <sub>x</sub>	3.20 <sub>4</sub>	3.38 <sub>2</sub>	2.59 <sub>4</sub>	4.06 <sub>1</sub>	5.87 <sub>1</sub>	2.22 <sub>0</sub>	SiP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	15-	564
• 3.81 <sub>x</sub>	3.69 <sub>x</sub>	2.90 <sub>5</sub>	2.65 <sub>5</sub>	2.23 <sub>5</sub>	2.18 <sub>5</sub>	1.67 <sub>5</sub>	1.57 <sub>5</sub>	(M <sub>2</sub> Sn)C	17-	231
• 3.83 <sub>6</sub>	3.69 <sub>x</sub>	2.75 <sub>5</sub>	2.59 <sub>3</sub>	2.73 <sub>2</sub>	1.85 <sub>2</sub>	2.47 <sub>2</sub>	2.06 <sub>2</sub>	Mn <sub>3</sub> SeO <sub>4</sub>	17-	841
• 3.89 <sub>6</sub>	3.68 <sub>x</sub>	2.63 <sub>x</sub>	7.45 <sub>6</sub>	2.54 <sub>7</sub>	3.54 <sub>6</sub>	2.79 <sub>6</sub>	2.77 <sub>6</sub>	(Mn <sub>2</sub> Zn) <sub>7</sub> (OH) <sub>10</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17-	206
• 3.91 <sub>6</sub>	3.68 <sub>x</sub>	4.13 <sub>6</sub>	2.05 <sub>6</sub>	1.91 <sub>6</sub>	3.50 <sub>5</sub>	3.26 <sub>5</sub>	1.86 <sub>5</sub>	PuF <sub>4</sub>	15-	545
• 3.88 <sub>6</sub>	3.68 <sub>x</sub>	4.37 <sub>6</sub>	3.73 <sub>7</sub>	3.23 <sub>7</sub>	3.15 <sub>7</sub>	2.87 <sub>5</sub>	2.44 <sub>5</sub>	Cs <sub>2</sub> ZnCl <sub>4</sub>	10-	318
• 3.73 <sub>0</sub>	3.67 <sub>6</sub>	3.65 <sub>6</sub>	3.51 <sub>4</sub>	1.53 <sub>1</sub>	2.57 <sub>1</sub>	2.07 <sub>1</sub>	3.10 <sub>1</sub>	α-LiAlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	14-	90
• 3.73 <sub>x</sub>	3.67 <sub>6</sub>	3.52 <sub>6</sub>	2.57 <sub>1</sub>	2.07 <sub>1</sub>	1.93 <sub>1</sub>	2.99 <sub>1</sub>	2.06 <sub>0</sub>	LiAlSi <sub>4</sub> C <sub>10</sub>	12-	451
• 3.86 <sub>6</sub>	3.67 <sub>6</sub>	6.20 <sub>x</sub>	2.53 <sub>3</sub>	4.52 <sub>2</sub>	4.33 <sub>2</sub>	4.33 <sub>0</sub>	4.33 <sub>0</sub>	(Cs(NH <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> Br)I <sub>2</sub>	11-	200
• 3.90 <sub>x</sub>	3.67 <sub>6</sub>	3.44 <sub>5</sub>	2.25 <sub>4</sub>	2.07 <sub>3</sub>	2.67 <sub>1</sub>	1.92 <sub>1</sub>	1.95 <sub>0</sub>	H <sub>2</sub> O (at -175 deg C)	15-	454
• 3.50 <sub>x</sub>	3.66 <sub>x</sub>	2.25 <sub>6</sub>	3.40 <sub>6</sub>	2.07 <sub>6</sub>	1.92 <sub>5</sub>	2.57 <sub>3</sub>	1.52 <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> O (at 90 deg K)	16-	687
• 3.88 <sub>x</sub>	3.65 <sub>x</sub>	3.44 <sub>x</sub>	1.91 <sub>5</sub>	3.26 <sub>5</sub>	3.03 <sub>5</sub>	1.92 <sub>5</sub>	1.85 <sub>3</sub>	ZrF <sub>4</sub>	17-	326
• 3.89 <sub>x</sub>	3.65 <sub>x</sub>	4.13 <sub>x</sub>	5.15 <sub>6</sub>	3.13 <sub>6</sub>	3.09 <sub>6</sub>	1.81 <sub>6</sub>	7.68 <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> F <sub>17&lt;/</sub>		

2.60	10.50x	5.40	2.61	2.45	1.54	1.54	1.54	Cu <sub>4</sub> F <sub>12</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·2-4H <sub>2</sub> O	17- 122
2.58	10.40x	5.19	4.96	6.24	4.48	2.83	3.33	(Co <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> U)(UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·11.6H <sub>2</sub> O	12- 418
2.56	10.30x	4.94	3.51	6.61	4.48	3.74	5.18	Cu <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6-12H <sub>2</sub> O	8- 300
2.55	10.20x	4.96	3.48	3.35	4.48	2.88	3.02	Co <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6-12H <sub>2</sub> O	8- 314
2.54x	10.10	5.04	3.26	3.28	2.12	3.19	6.61	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> F	10- 795
2.74	5.62	4.51	3.26	3.18	3.18	2.09	5.75	Cu <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·6-10H <sub>2</sub> O	6- 596
2.65x	9.02	7.65x	6.06	6.72	2.85	6.23	4.86	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> AlCl <sub>6</sub>	14- 774
2.61	5.48	6.17x	3.40	2.38	3.11	2.74	2.31	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	12- 278
2.66	9.40x	4.65	1.86	5.52	5.77	3.87	3.44	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O	6- 64
2.72	5.00x	7.80x	6.33	4.70	5.40	4.66	4.18	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ·7H <sub>2</sub> O	8- 55
2.74x	6.76	3.22	2.72	3.45	2.12	2.16	1.39	NH <sub>4</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> FeCl <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	17- 455
2.72x	8.56	2.77	2.36	3.42	2.71	2.55	2.08	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	16- 85
2.59	6.55	4.25	5.11	2.15	2.11	5.04	3.45	Fe <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (FeO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O	12- 576
3.75	8.48x	4.06	3.66	3.06	5.87	4.09	3.24	AlF <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	15- 275
2.66x	6.40	2.36	1.36	2.92	1.53	2.76	1.64	NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3- 320
2.74	8.26x	2.41	1.35	1.56	2.74	1.26	4.16	NH <sub>4</sub> Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3- 35
3.60	8.01	3.18	3.41	2.66	2.11	1.36	2.63	NH <sub>4</sub> UO <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	13- 62
3.64x	6.23	7.55x	2.74	6.75	4.06	3.29	2.93	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> ·HCl·NiBr <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 544
3.58	7.97	3.51x	4.16	2.70	4.96	2.75	3.06	NH <sub>4</sub> (PC <sub>2</sub> NH) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 533
3.67	7.71x	4.06	3.53	3.46	3.25	5.67	3.85	Al(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	14- 277
3.70	7.63x	5.68	3.57	4.45	4.22	2.67	2.36	UCl <sub>4</sub> ·FCCl <sub>3</sub>	12- 645
3.56x	7.63	3.15	3.66	2.90	2.59	2.54	4.17	Fe <sub>2</sub> S <sub>6</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> (OH)	11- 135
3.65x	7.51	6.68	5.07	3.93	3.30	4.20	3.15	U(HPO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	13- 37
3.76	7.50x	8.70	2.63	9.70	2.90	3.46	3.18	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Th	14- 723
3.69x	7.45	8.65x	6.71	3.86	3.61	13.40	12.16	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> U <sub>3</sub>	14- 606
3.73	7.44x	3.20	3.54	2.57	4.68	2.04	1.94	Ca <sub>2</sub> U <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·11H <sub>2</sub> O	13- 405
2.70x	7.41	6.29	3.20	2.96	2.73	3.74	2.14	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> F <sub>2</sub> F <sub>2</sub> CaNH <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	13- 21
3.64	7.38x	3.25	3.20	5.08	4.45	3.73	3.55	UC <sub>2</sub> ·h <sub>2</sub> O	5- 152
3.55x	7.37	1.67	2.69	2.48	2.85	2.04	1.52	(M <sub>1</sub> ,M <sub>2</sub> Fe) <sub>4</sub> As <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	12- 248
3.66x	7.35	1.89	2.55	1.36	1.35	1.22	1.16	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	9- 159
3.61	7.26x	3.54	2.75	2.62	3.34	2.80	2.42	Fe-Pn-Fe-Fe-Si-Al-C-OH <sub>2</sub> O	15- 46
3.61	7.26x	1.53x	2.63	2.48	2.43	1.49	1.32	(Ni <sub>2</sub> Mg)Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	15- 580
3.65	7.24x	3.20	3.57	2.55	7.47	3.47	3.15	UC <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	13- 56
2.61	7.20x	2.52x	1.56	1.54	1.31	2.16	4.59	Fe <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	13- 257
2.74x	7.20	3.44	2.78	2.36	2.56	2.05	2.72	NaFe(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3- 311
3.60	7.20	4.00	2.56	4.72	2.73	2.41	3.01	SnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1- 521
3.60x	7.19	4.60x	14.30	2.86	2.56	2.45	2.02	Mg <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	10- 183
3.55	7.18x	4.36	4.13	2.43	2.40	4.44	3.94	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	16- 606
3.71x	7.16	4.07x	4.16	2.99	3.06	2.82	3.17	K <sub>2</sub> Mg(SC <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17- 537
3.58	7.16x	2.68	2.25	1.67	1.52	2.42	1.64	(M <sub>1</sub> ,M <sub>2</sub> Fe) <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )(OH,Cl) <sub>2</sub>	12- 245
3.66x	7.15	2.76	3.60	2.32	2.56	2.66	3.52	NaAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	16- 172
3.59	7.14x	4.77	14.20	2.87	2.39	2.05	1.67	Co-Pg-Cr-Fe-Si-Al-C-OH	12- 240
2.74	7.14x	3.51x	2.85	4.45	1.96	1.71	1.00	Hg	15- 34
3.73x	6.99	4.00x	4.98	4.53	5.66	3.67	5.36	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·11H <sub>2</sub> O	11- 495
3.64x	6.96	4.49	3.48	2.77	7.25	2.96	2.46	(Cu <sub>2</sub> Zn) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	12- 525
3.73	6.95x	3.27	3.46	1.96	2.63	2.54	2.46	H <sub>2</sub> VO <sub>4</sub> ·h <sub>2</sub> O	16- 166
3.66	6.92x	4.15	5.16	2.64	7.76	3.05	2.89	NH <sub>4</sub> Cu(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	10- 442
3.72	6.90x	2.74	2.61	2.89	2.50	3.19	5.11	4ZrCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	11- 287
3.60	6.90	12.80x	3.24	10.60	4.12	7.50	3.82	ZrCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1- 24
3.67	6.86	3.00x	2.55	2.06	1.84	3.08	2.29	Au	15- 521
3.65	6.81x	5.54x	4.56	4.44	3.06	3.06	3.30	K <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	8- 128
3.66x	6.78x	2.61	2.25	2.72	1.66	3.25	2.81	(Zn <sub>2</sub> Cu) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	17- 743
3.70x	6.70	11.00x	3.50	2.96	5.66	4.95	4.51	NH <sub>4</sub> PC <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	11- 394
3.76	6.70x	3.99	3.16	2.95	2.62	5.00	3.36	Fe <sub>2</sub> (F <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1- 119
3.62	6.60x	10.10	3.76	4.26	2.14	3.37	2.07	HfCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	15- 380
3.62x	6.44	2.62	2.26	2.76	2.55	2.03	4.76	Cu <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	13- 185
3.62	6.39x	5.52	3.25	4.04	2.61	2.53	2.76	(Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> )(NH <sub>3</sub> )(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	11- 51
3.64x	6.36	2.60	2.65	2.12	1.76	4.64	3.21	3NaFeSi <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> ·Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	15- 469
3.64	6.33	2.56	2.63	1.75	2.10	1.51	1.63	zirconium sodalite syn	14- 17
3.67x	6.30	4.10x	2.14	2.66	1.76	7.30	5.70	Pr <sub>2</sub> Fe(OH) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1- 430
3.62x	6.26	2.56	2.09	2.61	1.74	4.44	2.37	NH <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	11- 401
3.73x	6.24	6.02	3.51	5.38	2.67	2.61	5.22	(Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> )(NH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	11- 52
3.66	6.23x	4.10	3.25	4.74	3.00	2.76	2.39	Ni(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 192
3.67x	6.20x	3.86	2.63	4.52	4.33	4.33	4.33	(Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> Br) <sub>2</sub>	11- 200
3.76x	6.15	1.84	2.12	2.10	2.94	2.30	7.31	Co <sub>2</sub> Th <sub>2</sub> F <sub>14</sub>	13- 556
2.64x	6.13	3.06	2.93	4.71	4.26	2.03	1.57	Fe(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (ferri A)	14- 566
3.74x	6.10	5.16	2.59	2.72	3.14	2.15	2.15	O <sub>3</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> Br	15- 566
3.72	6.07x	1.86	6.24	2.80	3.57	5.37	2.73	ZrSiO <sub>3</sub> ·h <sub>2</sub> O	11- 238
3.60	6.06x	4.04	3.45	5.50	2.44	6.56	5.20	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1- 145
3.62x	6.04	4.39	2.76	2.66	2.36	1.71	4.14	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	14- 253
3.66	6.01	4.37	3.00	2.75	4.13	3.26	2.69	Fe <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>15</sub>	16- 856
3.66x	6.00	2.99	5.19	3.12	2.11	2.59	1.82	Zn(FeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 564
3.58x	6.00	3.87	5.47	3.75	3.25	3.16	1.94	SiO <sub>2</sub>	16- 331
3.65	6.00	2.98x	2.89	2.36	1.82	3.84	1.95	Mg(H <sub>2</sub> PC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1- 676
3.72	5.99	8.66x	4.33	8.34	5.63	4.51	4.46	Al <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·12Al(OH) <sub>3</sub>	12- 627
3.66x	5.98	2.95	3.13	1.82	2.59	2.12	5.19	Co(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 566
3.66x	5.96	2.99	2.11	5.17	3.12	2.59	1.83	Ca(FeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 567
3.64x	5.94	2.97	5.15	2.10	3.10	2.57	1.83	Ni(FeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 243
3.63x	5.92	3.10	2.97	1.82	5.14	2.10	2.56	Cu(FeO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	16- 561
3.62x	5.91	2.56	2.09	1.81	3.09	2.55	1.97	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	15- 747
3.61x	5.90	2.55	2.09	3.09	1.61	2.95	1.62	Ca <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	7- 200
3.58	5.90x	2.76	5.60	4.95	2.30	2.02	2.95	C <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	14- 713
3.61	5.85x	3.87x	3.32	3.18	2.90	2.45	2.23	NH <sub>4</sub> Fe <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> ·H <sub>2</sub> O	16- 266
3.58x	5.84	2.53	2.92	1.79	3.05	2.07	1.95	Rb <sub>2</sub> SnCl <sub>6</sub>	7- 206
3.60x	5.80	2.48	2.62	3.47	4.98	2.05	5.30	Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>	1- 522
3.75x	5.80	4.85x	3.16	2.88	2.45	6.10	5.07	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	11- 326
3.70	5.80x	4.64	3.56	1.97	5.54	3.25	2.87	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> UF <sub>6</sub>	16- 756
3.70	5.76x	2.52x	2.37	2.01	1.73	1.42	7.63	Ca <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Al <sub>10</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>78</sub>	10- 405

3.65 <sub>8</sub>	2.63 <sub>8</sub>	3.72 <sub>7</sub>	2.13 <sub>8</sub>	2.52 <sub>8</sub>	2.06 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	H <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	13- 252
3.72 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	6.41 <sub>7</sub>	2.66 <sub>8</sub>	2.13 <sub>8</sub>	1.79 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	2.44 <sub>7</sub>	Na-Cr-Al-Si-O-SO	2- 231
3.68 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	3.60 <sub>8</sub>	7.45 <sub>8</sub>	2.54 <sub>7</sub>	3.54 <sub>8</sub>	2.75 <sub>8</sub>	2.77 <sub>6</sub>	(Mn <sub>2</sub> Zr) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17- 256
3.71 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	6.45 <sub>7</sub>	5.06 <sub>8</sub>	2.67 <sub>8</sub>	2.14 <sub>8</sub>	1.76 <sub>8</sub>	2.27 <sub>7</sub>	Na <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>	17- 278
3.72 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	2.11 <sub>7</sub>	2.21 <sub>8</sub>	5.26 <sub>8</sub>	6.07 <sub>8</sub>	1.40 <sub>8</sub>	3.64 <sub>7</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·MgO <sub>2</sub>	9- 414
3.72 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	5.24 <sub>7</sub>	2.21 <sub>8</sub>	2.14 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	1.76 <sub>8</sub>	1.67 <sub>8</sub>	Co <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	14- 243
3.72 <sub>7</sub>	2.63 <sub>8</sub>	5.20 <sub>7</sub>	2.21 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	1.75 <sub>8</sub>	1.67 <sub>8</sub>	2.14 <sub>7</sub>	Fe <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	16- 56
3.71 <sub>7</sub>	2.62 <sub>8</sub>	1.87 <sub>8</sub>	6.43 <sub>8</sub>	2.14 <sub>8</sub>	1.76 <sub>8</sub>	2.27 <sub>7</sub>	1.61 <sub>8</sub>	(NaCo)(Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	17- 745
3.74 <sub>8</sub>	2.62 <sub>8</sub>	4.68 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	1.22 <sub>8</sub>	1.93 <sub>8</sub>	1.35 <sub>8</sub>	2.43 <sub>7</sub>	Li <sub>2</sub> AlO <sub>4</sub>	14- 541
3.66 <sub>8</sub>	2.62 <sub>8</sub>	2.84 <sub>8</sub>	2.91 <sub>8</sub>	1.28 <sub>8</sub>	7.33 <sub>8</sub>	2.21 <sub>8</sub>	2.02 <sub>8</sub>	MgSO <sub>4</sub>	1- 576
3.62 <sub>8</sub>	2.62 <sub>8</sub>	2.45 <sub>8</sub>	3.57 <sub>8</sub>	2.72 <sub>8</sub>	1.28 <sub>8</sub>	1.76 <sub>8</sub>	1.52 <sub>8</sub>	CuCrO <sub>4</sub>	16- 481
3.71 <sub>7</sub>	2.62 <sub>8</sub>	5.21 <sub>7</sub>	2.25 <sub>8</sub>	1.65 <sub>8</sub>	1.75 <sub>8</sub>	1.65 <sub>8</sub>	6.02 <sub>7</sub>	Zr <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	14- 264
3.65 <sub>7</sub>	2.62 <sub>8</sub>	2.13 <sub>8</sub>	1.85 <sub>7</sub>	1.66 <sub>7</sub>	6.41 <sub>8</sub>	1.56 <sub>8</sub>	3.01 <sub>8</sub>	Cs <sub>2</sub> FdAu <sub>2</sub> Cl <sub>12</sub>	10- 253
3.73 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	1.95 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	1.24 <sub>7</sub>	3.32 <sub>8</sub>	3.14 <sub>8</sub>	1.26 <sub>8</sub>	FeSiCl <sub>3</sub> ·10H <sub>2</sub> O	12- 664
3.70 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	5.21 <sub>7</sub>	2.24 <sub>7</sub>	1.65 <sub>8</sub>	1.74 <sub>8</sub>	1.65 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	Cr <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	14- 476
3.65 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	3.25 <sub>7</sub>	1.97 <sub>7</sub>	2.41 <sub>7</sub>	2.07 <sub>7</sub>	2.44 <sub>7</sub>	1.86 <sub>7</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1- 657
3.69 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	4.75 <sub>7</sub>	3.90 <sub>7</sub>	3.15 <sub>7</sub>	3.06 <sub>7</sub>	2.64 <sub>7</sub>	2.42 <sub>7</sub>	NH <sub>4</sub> HSO <sub>4</sub>	1- 456
3.69 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	2.13 <sub>8</sub>	2.66 <sub>7</sub>	1.65 <sub>8</sub>	1.76 <sub>8</sub>	6.46 <sub>8</sub>	2.42 <sub>7</sub>	Na <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2- 324
3.62 <sub>8</sub>	2.61 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	2.34 <sub>8</sub>	4.34 <sub>8</sub>	3.94 <sub>8</sub>	1.41 <sub>8</sub>	3.36 <sub>8</sub>	F-CeSO <sub>4</sub> (low temp.)	11- 365
3.65 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	6.40 <sub>7</sub>	2.66 <sub>7</sub>	2.13 <sub>7</sub>	1.77 <sub>7</sub>	2.42 <sub>7</sub>	2.26 <sub>7</sub>	3NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> NaOHq	15- 470
3.65 <sub>7</sub>	2.61 <sub>8</sub>	5.21 <sub>7</sub>	2.34 <sub>7</sub>	1.73 <sub>7</sub>	2.13 <sub>7</sub>	1.64 <sub>7</sub>	1.65 <sub>7</sub>	Zr <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	16- 100
3.60 <sub>7</sub>	2.60 <sub>8</sub>	5.21 <sub>7</sub>	2.32 <sub>7</sub>	1.64 <sub>7</sub>	1.73 <sub>7</sub>	1.65 <sub>7</sub>	2.13 <sub>7</sub>	Fe <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	14- 235
3.64 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	6.52 <sub>8</sub>	7.04 <sub>8</sub>	4.16 <sub>8</sub>	4.06 <sub>8</sub>	6.16 <sub>8</sub>	4.83 <sub>8</sub>	KClO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	13- 656
3.61 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	3.36 <sub>8</sub>	2.35 <sub>8</sub>	1.41 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	2.17 <sub>8</sub>	2.03 <sub>8</sub>	MgSO <sub>4</sub>	12- 17
3.64 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	2.68 <sub>8</sub>	2.19 <sub>8</sub>	2.54 <sub>8</sub>	4.15 <sub>8</sub>	2.40 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	CaH <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	11- 126
3.67 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	5.99 <sub>8</sub>	3.06 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	1.84 <sub>8</sub>	3.12 <sub>8</sub>	1.64 <sub>8</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> SnCl <sub>6</sub>	7- 157
3.67 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	1.64 <sub>8</sub>	1.50 <sub>8</sub>	1.84 <sub>8</sub>	4.24 <sub>8</sub>	1.22 <sub>8</sub>	Kb <sub>7</sub>	6- 216
3.65 <sub>7</sub>	2.59 <sub>8</sub>	1.48 <sub>7</sub>	1.63 <sub>7</sub>	1.15 <sub>7</sub>	2.10 <sub>7</sub>	1.62 <sub>7</sub>	1.21 <sub>7</sub>	Mg <sub>7</sub>	3- 646
3.70 <sub>7</sub>	2.59 <sub>8</sub>	2.61 <sub>7</sub>	3.31 <sub>7</sub>	2.65 <sub>7</sub>	1.85 <sub>7</sub>	3.66 <sub>7</sub>	2.15 <sub>7</sub>	Al <sub>2</sub> Y <sub>2</sub>	11- 662
3.67 <sub>7</sub>	2.59 <sub>8</sub>	2.08 <sub>7</sub>	2.66 <sub>7</sub>	2.37 <sub>7</sub>	1.64 <sub>7</sub>	5.76 <sub>7</sub>	3.47 <sub>7</sub>	α-Sr(FC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	12- 366
3.62 <sub>7</sub>	2.59 <sub>8</sub>	1.84 <sub>7</sub>	1.62 <sub>7</sub>	5.11 <sub>7</sub>	2.96 <sub>7</sub>	1.40 <sub>7</sub>	2.26 <sub>7</sub>	Li <sub>2</sub> UC <sub>4</sub>	13- 70
3.69 <sub>8</sub>	2.59 <sub>8</sub>	5.21 <sub>8</sub>	2.32 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	1.72 <sub>8</sub>	1.64 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	Co <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	16- 70
3.68 <sub>8</sub>	2.59 <sub>8</sub>	5.04 <sub>8</sub>	6.01 <sub>8</sub>	2.52 <sub>8</sub>	2.95 <sub>8</sub>	3.00 <sub>8</sub>	2.32 <sub>8</sub>	(Cu,Zn) <sub>2</sub> CCl <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub>	17- 276
3.71 <sub>7</sub>	2.59 <sub>8</sub>	2.16 <sub>7</sub>	1.92 <sub>7</sub>	1.37 <sub>7</sub>	1.27 <sub>7</sub>	1.12 <sub>7</sub>	1.86 <sub>7</sub>	MoF <sub>2</sub>	16- 496
3.59 <sub>8</sub>	2.59 <sub>8</sub>	6.47 <sub>8</sub>	2.13 <sub>7</sub>	3.73 <sub>8</sub>	2.82 <sub>8</sub>	2.15 <sub>8</sub>	1.41 <sub>7</sub>	CeCl <sub>3</sub>	12- 791
3.64 <sub>8</sub>	2.59 <sub>8</sub>	2.67 <sub>8</sub>	4.19 <sub>8</sub>	2.94 <sub>8</sub>	2.54 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	2.40 <sub>8</sub>	CaH <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	11- 253
3.67 <sub>8</sub>	2.59 <sub>8</sub>	4.23 <sub>8</sub>	2.21 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	1.83 <sub>8</sub>	1.83 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	RbKCl <sub>3</sub>	14- 34
3.66 <sub>8</sub>	2.58 <sub>8</sub>	5.18 <sub>8</sub>	2.21 <sub>8</sub>	3.12 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	Ni <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	14- 236
3.66 <sub>7</sub>	2.58 <sub>8</sub>	5.16 <sub>7</sub>	2.31 <sub>7</sub>	2.11 <sub>7</sub>	1.83 <sub>7</sub>	1.72 <sub>7</sub>	1.64 <sub>7</sub>	Ni <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	14- 237
3.71 <sub>7</sub>	2.58 <sub>8</sub>	3.63 <sub>7</sub>	1.45 <sub>7</sub>	1.23 <sub>7</sub>	2.46 <sub>7</sub>	2.34 <sub>7</sub>	2.26 <sub>7</sub>	Li <sub>2</sub> FeSiO <sub>4</sub>	17- 532
3.64 <sub>8</sub>	2.58 <sub>8</sub>	4.53 <sub>8</sub>	3.69 <sub>8</sub>	2.66 <sub>8</sub>	2.40 <sub>8</sub>	3.22 <sub>8</sub>	2.60 <sub>8</sub>	K-Mg-Fe-Fe-Al-Si-Al-C-OH	17- 521
3.65 <sub>8</sub>	2.58 <sub>8</sub>	2.00 <sub>8</sub>	3.15 <sub>8</sub>	2.11 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	1.49 <sub>8</sub>	1.34 <sub>8</sub>	WB <sub>4</sub>	14- 371
3.55 <sub>8</sub>	2.58 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	6.44 <sub>8</sub>	1.41 <sub>8</sub>	1.40 <sub>8</sub>	3.72 <sub>8</sub>	1.65 <sub>8</sub>	Cl <sub>3</sub>	9- 67
3.72 <sub>8</sub>	2.58 <sub>8</sub>	2.73 <sub>8</sub>	3.06 <sub>8</sub>	1.86 <sub>8</sub>	1.55 <sub>8</sub>	1.47 <sub>8</sub>	1.17 <sub>8</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	5- 653
3.72 <sub>7</sub>	2.58 <sub>8</sub>	5.15 <sub>7</sub>	2.25 <sub>7</sub>	2.10 <sub>7</sub>	3.10 <sub>7</sub>	1.37 <sub>7</sub>	5.94 <sub>7</sub>	Cu <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	14- 306
3.61 <sub>7</sub>	2.58 <sub>8</sub>	2.26 <sub>7</sub>	1.57 <sub>7</sub>	1.35 <sub>7</sub>	2.79 <sub>7</sub>	2.07 <sub>7</sub>	1.71 <sub>7</sub>	Co <sub>2</sub> ·3P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·4C <sub>2</sub> Cl <sub>5</sub>	12- 77
3.64 <sub>7</sub>	2.58 <sub>8</sub>	5.15 <sub>7</sub>	2.30 <sub>7</sub>	2.11 <sub>7</sub>	1.83 <sub>7</sub>	1.72 <sub>7</sub>	1.63 <sub>7</sub>	Cu <sub>3</sub> (Cr(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	14- 240
3.67 <sub>7</sub>	2.57 <sub>8</sub>	2.77 <sub>7</sub>	2.03 <sub>7</sub>	1.97 <sub>7</sub>	1.81 <sub>7</sub>	1.64 <sub>7</sub>	1.62 <sub>7</sub>	IrCl <sub>3</sub>	11- 506
3.63 <sub>7</sub>	2.57 <sub>8</sub>	4.19 <sub>7</sub>	2.09 <sub>7</sub>	1.62 <sub>7</sub>	1.82 <sub>7</sub>	1.46 <sub>7</sub>	1.21 <sub>7</sub>	NaClO <sub>4</sub> (at 350 deg C)	2- 271
3.63 <sub>7</sub>	2.57 <sub>8</sub>	2.06 <sub>7</sub>	5.10 <sub>7</sub>	2.29 <sub>7</sub>	2.13 <sub>7</sub>	1.63 <sub>7</sub>	3.06 <sub>7</sub>	K <sub>2</sub> CuFe(CN) <sub>6</sub>	1- 516
3.64 <sub>7</sub>	2.57 <sub>8</sub>	5.13 <sub>7</sub>	3.72 <sub>7</sub>	3.07 <sub>7</sub>	2.30 <sub>7</sub>	2.06 <sub>7</sub>	6.00 <sub>7</sub>	K <sub>2</sub> CeFe(CN) <sub>6</sub>	1- 515
3.64 <sub>8</sub>	2.57 <sub>8</sub>	2.07 <sub>8</sub>	3.29 <sub>8</sub>	2.21 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	2.00 <sub>8</sub>	1.95 <sub>8</sub>	F-US <sub>2</sub> (high temp.)	11- 432
3.63 <sub>7</sub>	2.57 <sub>8</sub>	4.19 <sub>7</sub>	2.19 <sub>7</sub>	2.10 <sub>7</sub>	1.62 <sub>7</sub>	1.67 <sub>7</sub>	1.46 <sub>7</sub>	NH <sub>4</sub> I	6- 174
3.63 <sub>8</sub>	2.57 <sub>8</sub>	2.75 <sub>8</sub>	2.61 <sub>8</sub>	2.86 <sub>8</sub>	3.13 <sub>8</sub>	1.71 <sub>8</sub>	2.43 <sub>8</sub>	(Er <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> 2OT	17- 666
3.64 <sub>8</sub>	2.57 <sub>8</sub>	2.10 <sub>8</sub>	1.82 <sub>7</sub>	2.30 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	5.52 <sub>8</sub>	4.55 <sub>8</sub>	Rb <sub>4</sub> Cu <sub>2</sub> U <sub>2</sub> Cl <sub>12</sub>	10- 256
3.67 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	5.52 <sub>8</sub>	2.95 <sub>8</sub>	3.05 <sub>8</sub>	1.81 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	2.35 <sub>8</sub>	Rb <sub>2</sub> TeCl <sub>6</sub>	9- 350
3.62 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	1.29 <sub>8</sub>	1.10 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	1.05 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	(Ce <sub>2</sub> Te) <sub>4</sub> C	15- 28
3.64 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	1.16 <sub>8</sub>	1.37 <sub>8</sub>	1.29 <sub>8</sub>	1.28 <sub>8</sub>	1.81 <sub>8</sub>	1.29 <sub>8</sub>	(Ce <sub>2</sub> Te) <sub>2</sub> 2Cu	9- 250
3.72 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	3.21 <sub>8</sub>	2.29 <sub>8</sub>	5.36 <sub>8</sub>	1.97 <sub>8</sub>	2.93 <sub>8</sub>	5.53 <sub>8</sub>	Co <sub>2</sub> FeO <sub>11</sub>	9- 119
3.60 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	4.14 <sub>8</sub>	2.19 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	1.67 <sub>8</sub>	1.63 <sub>8</sub>	1.45 <sub>8</sub>	Th(NH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ·4NH <sub>3</sub>	10- 320
3.62 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	1.22 <sub>8</sub>	5.47 <sub>8</sub>	5.12 <sub>8</sub>	1.45 <sub>8</sub>	Rb <sub>4</sub> FdAu <sub>2</sub> Cl <sub>12</sub>	10- 243
3.67 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	7.17 <sub>8</sub>	2.86 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	2.12 <sub>8</sub>	2.41 <sub>8</sub>	1.73 <sub>8</sub>	(Mn <sub>2</sub> Fe) <sub>2</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>16</sub> )(OH <sub>2</sub> Cl) <sub>2</sub> 0	12- 250
3.61 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	2.79 <sub>8</sub>	4.40 <sub>8</sub>	4.04 <sub>8</sub>	2.21 <sub>8</sub>	1.60 <sub>8</sub>	1.43 <sub>8</sub>	PbCl <sub>2</sub> ·PbCl <sub>2</sub>	12- 216
3.62 <sub>7</sub>	2.56 <sub>8</sub>	1.81 <sub>7</sub>	3.09 <sub>7</sub>	2.06 <sub>7</sub>	6.00 <sub>7</sub>	1.27 <sub>7</sub>	1.73 <sub>7</sub>	Rb <sub>2</sub> FbCl <sub>6</sub>	3- 1216
3.60 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	2.10 <sub>8</sub>	1.46 <sub>8</sub>	1.47 <sub>8</sub>	4.17 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	FeFeSiO <sub>4</sub>	17- 536
3.74 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	3.63 <sub>8</sub>	2.70 <sub>8</sub>	1.95 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	1.51 <sub>8</sub>	3.36 <sub>8</sub>	MgSeO <sub>4</sub>	17- 646
3.62 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	2.95 <sub>8</sub>	5.91 <sub>8</sub>	5.12 <sub>8</sub>	2.25 <sub>8</sub>	2.05 <sub>8</sub>	1.57 <sub>8</sub>	Ce <sub>2</sub> TiCl <sub>6</sub>	15- 732
3.61 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	5.11 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	2.29 <sub>8</sub>	1.93 <sub>8</sub>	1.93 <sub>8</sub>	Fe <sub>2</sub> Cr	12- 652
3.60 <sub>8</sub>	2.56 <sub>8</sub>	5.12 <sub>8</sub>	2.28 <sub>8</sub>	2.09 <sub>8</sub>	1.81 <sub>8</sub>	1.70 <sub>8</sub>	1.62 <sub>8</sub>	Ni <sub>3</sub> (Rh(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	16- 96
3.67 <sub>8</sub>	2.55 <sub>8</sub>	3.15 <sub>8</sub>	2.05 <sub>8</sub>	2.02 <sub>8</sub>	1.79 <sub>8</sub>	1.73 <sub>8</sub>	3.52 <sub>8</sub>	Fl <sub>3</sub>	17- 265
3.61 <sub>8</sub>	2.55 <sub>8</sub>	1.60 <sub>8</sub>	5.69 <sub>8</sub>	2.94 <sub>8</sub>	2.67 <sub>8</sub>	2.67 <sub>8</sub>	2.34 <sub>8</sub>	Rb <sub>2</sub> SbCl <sub>6</sub>	2- 363
3.61 <sub>8</sub>	2.55 <sub>8</sub>	2.08 <sub>8</sub>	1.61 <sub>8</sub>	1.80 <sub>8</sub>	1.47 <sub>8</sub>	1.47 <sub>8</sub>	1.47 <sub>8</sub>	Rb <sub>2</sub> SeH (at 180 deg C)	10- 263
3.68 <sub>8</sub>	2.54 <sub>8</sub>	7.49 <sub>8</sub>	4.62 <sub>8</sub>	1.56 <sub>8</sub>	2.69 <sub>8</sub>	2.69 <sub>8</sub>	2.69 <sub>8</sub>	Ni <sub>3</sub> Ge <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub>	11- 97
3.59 <sub>8</sub>	2.54 <sub>8</sub>	7.10 <sub>8</sub>	1.66 <sub>8</sub>	1.96 <sub>8</sub>	2.36 <sub>8</sub>	2.66 <sub>8</sub>	2.17 <sub>8</sub>	Cu-Al-C1-SO-OH·H <sub>2</sub> O	5- 142
3.62 <sub>8</sub>	2.54 <sub>8</sub>	2.17 <sub>8</sub>	2.06 <sub>8</sub>	2.87 <sub>8</sub>	4.15 <sub>8</sub>	4.15 <sub>8</sub>	4.15 <sub>8</sub>	SrSe <sub>4</sub> (high temp.)	14- 467
3.59 <sub>8</sub>	2.53 <sub>8</sub>	3.46 <sub>8</sub>	4.27 <sub>8</sub>	2.79 <sub>8</sub>	2.94 <sub>8</sub>	2.40 <sub>8</sub>	2.40 <sub>8</sub>	I <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> O	

2.60	6.01	4.37	3.00	2.75	4.12	3.26	2.65	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	16- 696
2.56	6.00	2.67	5.47	2.70	3.25	3.16	1.94	SiO <sub>2</sub>	16- 321
2.57	5.99	4.20	3.24	2.53	7.60	1.76	5.40	α-(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	17- 270
2.55	5.97	4.10	2.59	2.80	3.93	1.95	1.52	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (form A)	14- 329
2.50	5.97	5.16	3.63	3.11	1.95	4.52	2.56	β-FeCl <sub>2</sub>	15- 416
2.48	5.97	10.00	3.63	2.18	2.71	1.54	5.44	Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·7H <sub>2</sub> O	16- 402
2.52	5.94	5.64	6.76	6.20	5.25	3.60	3.10	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (OH)	16- 677
2.52	5.93	5.50	3.76	5.05	2.33	2.53	2.55	α-(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	14- 285
2.56	5.90	2.76	5.00	4.55	2.30	2.02	2.55	C <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	14- 713
2.51	5.80	5.77	6.45	6.07	5.35	4.75	3.24	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16- 50
2.61	5.65	2.67	3.32	3.16	2.50	2.45	2.23	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	16- 266
3.58x	5.64	2.52	2.92	1.79	3.05	2.07	1.95	Fe <sub>2</sub> SnCl <sub>6</sub>	7- 206
2.50	5.60	2.65	2.92	4.23	1.53	2.22	2.02	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1- 500
2.50	5.60	2.48	2.02	3.47	4.95	2.05	2.30	Ce <sub>2</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1- 522
2.50	5.60	4.67	1.57	5.54	3.70	3.24	2.85	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> F <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16- 745
2.49	5.73x	2.96	2.20	1.69	1.75	4.51	2.82	SnAl <sub>2</sub> (F <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	11- 154
2.57x	5.66	3.16	3.60	3.46	4.57	2.62	6.32	α-(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·F <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	16- 607
2.53	5.67x	6.14	3.37	4.32	3.71	3.22	3.05	N(AuCl <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	16- 636
2.56	5.64x	4.27x	4.61	2.81	1.56	2.51	2.30	AlFe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	10- 102
2.52	5.60	3.36x	2.77	3.26	2.16	5.93	2.52	NH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	11- 11
2.55	5.56x	5.12x	4.76	2.96	2.50	2.03	2.72	HgSeCl <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	14- 311
2.52	5.50x	4.65	2.95	2.70	2.40	2.18	2.54	NiCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	1- 200
2.48	5.50x	3.51	1.66	2.47	1.75	3.18	2.77	F-FeF <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1- 202
2.49x	5.49	4.61x	4.61	2.75	2.11	2.64	3.74	β-NH <sub>4</sub> Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1- 316
2.53	5.45	5.84x	5.33	4.11	5.11	3.16	2.66	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	16- 773
2.52x	5.44	6.42	3.92	2.77	1.65	6.03	3.30	α-K <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (at FCC dep C)	12- 655
2.49	5.42	7.30x	2.95	2.40	2.88	2.64	5.60	NH <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15- 660
2.52	5.39x	3.57	3.28	3.95	3.66	4.76	4.56	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> FeF <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	17- 646
2.51	5.39	6.55x	3.21	4.25	4.91	3.48	2.91	Fe(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17- 755
2.50x	5.38	3.95x	2.46	4.75	2.60	2.75	3.62	Mo <sub>2</sub> PCl <sub>2</sub>	9- 106
2.50x	5.36	2.56	2.18	1.79	2.94	3.25	2.25	NH <sub>4</sub> ReO <sub>4</sub>	10- 252
2.55x	5.30x	4.76x	2.66x	2.16x	1.93x	6.53	5.00	NH <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	16- 242
2.55x	5.25	2.65	2.29	2.60	2.63	2.16	2.05	FeSCl <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	15- 515
2.48x	5.24	3.67	2.45	6.04	4.20	3.62	2.90	Fe <sub>2</sub> S <sub>6</sub>	15- 445
2.46x	5.20	3.67	2.82	2.46	4.38	2.22	1.95	NaMnCl <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	1- 584
2.46x	5.20	4.12x	3.79	6.11	3.73	3.39	2.97	Ce <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	16- 5
2.55x	5.20	10.20x	2.06	1.92	4.95	3.25	1.75	Cu(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	17- 150
2.56	5.19	4.30x	3.95	3.85	2.04	2.48	2.91	Al <sub>2</sub> PCl <sub>4</sub>	15- 246
2.56	5.16	6.06x	3.28	5.67	5.12	2.56	2.35	Dy(H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	14- 561
2.53x	5.15	2.52	3.66	2.34	2.29	2.26	2.23	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (Cl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	11- 136
2.60x	5.12	2.54	3.25	3.23	3.91	3.18	2.26	Fe <sub>2</sub> FeCl <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	14- 552
2.60	5.10x	2.54	2.28	1.60	1.61	1.70	1.41	Fe <sub>4</sub> (Fe <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	1- 235
2.57x	5.10	4.20	3.35	2.30	2.25	2.93	2.62	Amazulop Copper Chromate	1- 535
2.56	5.06x	4.12	3.64	3.05	2.94	2.72	3.90	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	15- 673
3.59	5.06	2.55	2.26	1.61	2.94	7.16	1.41	Cu <sub>2</sub> Mn(CN) <sub>6</sub> q	2- 162
2.57x	5.06	6.75x	4.30	3.01	3.42	2.52	2.26	Ce(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O q	12- 565
2.56x	5.07	2.07	1.69	1.79	1.60	2.52	1.35	NH <sub>4</sub> MoF <sub>6</sub>	11- 245
2.53	5.07x	3.66	2.66	2.22	7.31	4.41	4.05	Cs <sub>2</sub> (FeCl <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	17- 625
2.56	5.06	10.20x	3.35	6.60	2.52	2.26	1.79	Hg(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·8-10H <sub>2</sub> O	8- 286
2.56	5.06	7.17x	4.90	3.29	4.63	5.26	4.63	NH <sub>4</sub> Fe <sub>2</sub> C <sub>10</sub> ·6H <sub>2</sub> O	17- 676
2.57x	5.05	2.52	2.26	2.06	1.76	1.60	1.66	NH <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> ·xH <sub>2</sub> O	14- 291
2.55x	5.04	2.24	2.05	2.85	2.51	1.59	1.34	Fe <sub>3</sub> Zr	12- 366
2.55	5.04	10.65x	2.39	1.50	6.86	2.06	1.65	Ce(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O	4- 90
2.54	5.02	2.52x	2.24	1.59	1.77	1.67	2.05	NH <sub>2</sub> CuFe(CN) <sub>6</sub>	2- 165
2.57	5.02	10.20x	3.37	3.16	2.45	7.24	2.53	Ce <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> Pt <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> UC <sub>2</sub> ·xH <sub>2</sub> O	15- 444
3.57x	5.02	10.60x	1.59	3.25	1.77	2.52	2.46	Hg(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·10H <sub>2</sub> O	17- 146
3.59	5.01	2.52	2.27	1.71	1.60	2.06	1.62	Cu <sub>2</sub> (Fe(CN) <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	16- 96
3.54x	5.00	2.50	2.02	3.72	2.71	2.88	5.57	NH <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub>	15- 114
2.51x	4.98	2.05	1.78	1.25	2.90	1.69	1.66	K <sub>2</sub> BF <sub>4</sub>	6- 223
2.56	4.97x	6.22	3.76	3.65	3.21	3.13	5.75	H <sub>2</sub> (UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	11- 86
2.59	4.97x	3.16	3.05	3.22	2.46	4.41	6.17	Fe <sub>2</sub> (OH)SCl <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	16- 819
2.49	4.95	5.65x	2.19	2.45	3.23	2.95	2.39	Hg(UC <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6-10H <sub>2</sub> O	8- 312
2.49	4.95	9.47x	4.72	4.10	3.26	2.21	5.40	Unreduced mineral	15- 443
2.56	4.93	3.17x	2.69	3.55	2.82	1.91	1.62	(NH <sub>4</sub> Fe <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> x	11- 597
2.56	4.68	2.86x	2.06	2.02	1.90	1.67	1.57	Ce <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> F	11- 340
2.45x	4.68	2.74	1.67	2.45	1.57	1.54	2.40	Fe <sub>2</sub> M <sub>2</sub> Tl <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	13- 353
2.55x	4.67	2.52	2.39	1.99	3.74	6.64	6.31	3CdSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	13- 525
2.56x	4.66	2.65	2.15	1.73	1.93	2.73	2.63	NH <sub>4</sub> Te <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub>	13- 330
2.60	4.66	2.57	2.67	6.01	5.40	2.50	2.13	Cu <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )(Cl <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	7- 407
2.52	4.65x	4.51	4.56	4.25	2.62	2.57	3.36	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> NiCl <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	15- 517
2.54	4.62	5.11x	4.00	2.86	2.21	1.87	5.42	Ce <sub>2</sub> (UCl <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	17- 166
2.50	4.60	5.60	4.51	3.05	2.55	2.04	4.06	FeCl <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1- 277
2.55x	4.60	4.95	2.67	2.79	4.09	3.30	2.16	FeSCl <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	15- 514
2.61	4.75	7.23x	1.57	14.60	2.70	1.63	2.89	Mn-Mg-Fe-Zn-Ft-Si-Al-O-OH	10- 376
2.56	4.78	2.07	4.62	2.17	6.90	2.83	1.85	Sn(Fe <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	14- 505
2.57	4.76x	7.11	14.10	2.66	2.54	2.01	4.59	(Mg, Fe, Al) <sub>2</sub> (Si, Cr) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	12- 185
2.48x	4.75x	4.36x	1.91	2.16	2.69	2.38	1.71	CuEF <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	13- 267
2.50x	4.75	2.77	5.50	3.10	2.85	6.00	3.75	MnHFC <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	3- 361
2.48	4.73	3.15x	3.04	2.83	2.73	2.64	4.24	3H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	1- 749
2.60	4.73	2.95	2.65	2.22	1.78	1.69	3.91	C <sub>2</sub> CoCl <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	14- 741
2.56	4.73	3.14x	4.29	3.26	3.11	2.60	3.37	Ce <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	15- 166
2.56	4.72x	3.26	5.44	2.17	2.80	2.26	3.47	LiPO <sub>3</sub>	13- 438
2.51x	4.72	3.95x	2.96	2.33	4.17	3.12	3.76	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	3- 275
2.55x	4.70	2.66	1.83	2.84	2.52	2.22	1.69	TbSiO <sub>4</sub>	11- 419
2.53x	4.70	14.36x	3.90	3.36	4.50	4.20	3.31	NH <sub>4</sub> (FeCl <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	11- 424
2.53x	4.69	2.65	1.82	2.82	2.20	2.00	1.17	Tb <sub>2</sub> U(SiCl <sub>4</sub> )(OH) <sub>4</sub>	8- 440
2.61	4.68x	3.74	3.48	6.27	5.19	4.16	3.97	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	6- 231
2.49	4.68	9.36x	4.40	6.95	4.95	3.12	3.56	Unreduced mineral	15- 530



Inorganic Names

basic Aluminum Silicate	Si-Al-Fe-Mg-O	15.3	4.50	3.07	100	100	100	3-0009
basic Aluminum Silicate	Al-Na-Al-Si-O-OH	15.1	4.45	3.02	100	100	100	3-0013
Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	3.18	1.37	1.93	100	75	50	3-0513
basic Aluminum Silicate	AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub>	11.9	4.45	2.56	100	90	60	2-0037
basic Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	1.48	2.33	4.34	100	95	85	12- 447
basic Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	3.08	9.21	4.58	100	60	50	12- 203
Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> q	5.58	2.79	3.96	100	60	35	13- 231
Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	5.54	4.53	2.77	100	90	90	13- 122
Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	3.36	2.20	3.41	100	100	90	10- 369
basic Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	7.15	3.58	2.33	100	100	90	10- 441
basic Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	3.58	7.15	2.32	100	90	90	10- 436
Aluminum Silicate	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	3.18	1.38	3.35	100	75	65	11- 46
Aluminum Silicate (Hydrate q)	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> ·(H <sub>2</sub> O q)	5.59	2.79	3.97	100	100	50	16- 602
Aluminum Silicate	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub>	3.39	3.43	2.21	100	95	60	15- 776
Aluminum Silicate Hydrate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·2H <sub>2</sub> O	8.10	4.21	2.69	100	100	100	11- 378
Aluminum Silicate Hydrate	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	8.93	3.41	2.43	100	80	60	10- 478
Aluminum Silicate Hydrate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	4.42	10.1	3.3	100	90	90	9- 451
Aluminum Silicate Hydrate	ca Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4 1/2SiO <sub>2</sub> ·3 1/2H <sub>2</sub> O	3.32	3.09	2.27	100	100	100	12- 776
Aluminum Silicate Hydrate	Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ·H <sub>2</sub> O	4.52	2.61	2.55	100	100	100	3-0178
Aluminum Silicate Hydrate	Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	3.04	4.57	9.14	100	50	40	2-0613
Aluminum Silicate Hydrate	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	3.58	7.18	1.49	101	100	100	6-0221
Aluminum Silicate Hydroxide	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>4</sub>	4.41	7.40	4.34	100	95	70	13- 375
Aluminum Silicon Carbide	(Al <sub>4</sub> SiC <sub>4</sub> ) <sub>27</sub> H	2.80	2.23	1.64	100	65	60	17- 657
beta Aluminum Silicon Carbide	(Al <sub>4</sub> SiC <sub>4</sub> ) <sub>β</sub>	2.75	2.55	2.40	100	50	40	17- 658
Aluminum Silicon Zirconium	(Zr <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> Al) <sub>9</sub> Q	2.57	2.49	2.08	100	60	65	14- 624
Aluminum Silicon Zirconium	(Al <sub>2</sub> Zr <sub>2</sub> Si) <sub>8</sub> U	2.35	1.95	3.58	100	60	50	14- 625
Aluminum Silver	(Ag <sub>2</sub> Al) <sub>2</sub> H	2.20	2.31	2.50	100	75	12	14- 647
Aluminum Silver Selenide	(AgAlSe <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> U	2.00	1.78	3.32	100	90	80	7- 309
Aluminum Sodium Phosphate Hydrate	NaAl <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	4.74	2.99	2.59	100	70	70	11- 330
Aluminum Sodium Silicate Hydrate	NaAl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.43	5.61	2.93	100	80	70	7- 363
Aluminum Strontium (beta phase)	(Al <sub>2</sub> Sr) <sub>10</sub> U	2.84	2.73	2.23	100	100	100	7- 375
Aluminum Strontium	(Al <sub>2</sub> Sr) <sub>11</sub> 6B	2.83	2.49	2.39	100	60	60	7- 380
Aluminum Sulfate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	3.50	5.80	2.65	100	30	30	1-0566
basic Aluminum Sulfate	(H <sub>2</sub> O)Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>	2.99	4.95	1.91	100	70	30	16- 409
basic Aluminum Sulfate	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4SO <sub>3</sub> ·10 2H <sub>2</sub> O	3.09	3.49	1.54	100	30	20	16- 398
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·16H <sub>2</sub> O	4.48	13.3	4.4	100	60	30	16- 360
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>10</sub> ·36H <sub>2</sub> O	12.6	6.18	5.29	100	70	70	6- 76
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	9.00	7.80	3.72	100	100	100	8- 55
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>10</sub>	8.50	4.36	1.92	100	90	70	8- 80
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> (OH) <sub>10</sub> ·5H <sub>2</sub> O	9.40	4.68	3.68	100	60	70	8- 64
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	4.73	6.70	3.80	100	70	70	9- 2
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·14H <sub>2</sub> O	4.55	4.26	3.91	100	70	70	9- 4
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·11H <sub>2</sub> O	4.00	3.73	6.99	100	100	90	11- 495
Aluminum Sulfate Hydrate	5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3SO <sub>3</sub> ·32H <sub>2</sub> O	11.7	14.7	8.66	100	90	70	11- 465
Aluminum Sulfate Hydrate	5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SO <sub>3</sub> ·40H <sub>2</sub> O	14.2	8.23	7.38	100	70	70	11- 461
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	9.60	4.78	2.95	100	100	100	11- 444
Aluminum Sulfate Hydrate	11Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SO <sub>3</sub> ·xH <sub>2</sub> O	11.3	4.68	9.39	100	80	50	11- 463
Aluminum Sulfate Hydrate	7Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3SO <sub>3</sub> ·33H <sub>2</sub> O	11.6	13.8	8.73	100	80	80	11- 467
Aluminum Sulfate Hydrate	13Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SO <sub>3</sub> ·xH <sub>2</sub> O	12.2	3.89	4.45	100	90	70	11- 462
Aluminum Sulfate Hydrate	5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SO <sub>3</sub> ·46H <sub>2</sub> O	8.33	4.08	10.8	100	100	90	11- 496
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·6.78H <sub>2</sub> O	4.27	7.67	4.64	100	90	90	11- 468
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	4.00	7.72	7.04	100	80	70	11- 446
Aluminum Sulfate Hydrate	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	4.49	3.02	3.98	100	90	80	14- 559
Aluminum Sulfate Hydrate	2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·5SO <sub>3</sub> ·12-15H <sub>2</sub> O	5.04	3.03	3.00	100	65	50	12- 146
Aluminum Sulfate Hydrate	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·4SO <sub>3</sub> ·10-15H <sub>2</sub> O	2.98	4.93	1.91	100	80	35	12- 144
Aluminum Sulfide	Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	3.22	2.82	1.86	100	83	66	1-0726
Aluminum Sulfide Bromide	AlSBr	2.96	8.43	3.79	100	50	50	17- 691
Aluminum Sulfide Bromide	AlPSBr	2.96	8.43	3.79	100	60	60	16- 280
Aluminum Sulfide Chloride	AlSCl	8.09	2.93	3.79	100	80	60	16- 281
Aluminum Sulfide Chloride	AlSCl	8.09	2.93	3.79	100	80	50	17- 592
Aluminum Sulfide Iodide	AlSI	4.70	2.94	1.81	100	80	80	17- 694
Aluminum Sulfide Iodide	AlSI	4.70	2.94	1.81	100	75	75	16- 282
Aluminum Tantalate	AlTaO <sub>6</sub>	5.07	3.58	3.07	100	80	80	8- 184
Aluminum Tantalate	AlTaO <sub>6</sub>	3.23	2.49	1.68	100	70	60	12- 407
Aluminum Tantalum	(Al <sub>2</sub> Ta) <sub>3</sub> 0T	2.41	2.19	2.35	100	100	80	14- 459
ox-Aluminum Tantalum	(Al <sub>2</sub> Ta) <sub>x</sub>	2.32	1.64	2.81	100	80	40	14- 482
Aluminum Tantalum	Al <sub>2</sub> Ta	2.29	1.68	1.17	100	90	90	2-1128
Aluminum Tantalum	(AlTa <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> 0T	2.38	2.25	2.17	100	100	100	17- 374
Aluminum Tantalum Boride	(Ta <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> B) <sub>16</sub> H	2.55	2.30	2.19	100	100	100	17- 432
Aluminum Tantalum Oxide Hydroxide	Al <sub>4</sub> Ta <sub>3</sub> O <sub>13</sub> OH	1.64	1.39	2.84	100	95	85	15- 705
Aluminum Technetium	Al <sub>2</sub> Tc	3.88	3.78	2.20	100	100	100	17- 708
Aluminum Technetium	Al <sub>2</sub> Tc	3.20	2.16	3.60	100	100	60	17- 707
Aluminum Tellurate(VI)	Al <sub>2</sub> TeO <sub>6</sub>	3.12	3.94	2.42	100	85	50	15- 689
Aluminum Thallium Silicate	AlTl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3.60	3.35	5.54	100	100	80	6-0212
Aluminum Thallium Silicate	AlTl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3.63	3.35	5.59	100	100	60	6-0211
Aluminum Thorium	(Al <sub>2</sub> Th) <sub>3</sub> H	2.81	3.80	2.20	100	100	50	7- 282
Aluminum Thorium	(AlTh <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> U	2.95	2.41	1.70	100	18	14	7- 285
Aluminum Thorium (high temp.)	(Al <sub>2</sub> Th <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> T	2.93	2.75	3.64	100	60	75	7- 308
Aluminum Thorium	(Al <sub>2</sub> Th) <sub>8</sub> H	3.58	2.41	3.25	100	65	45	7- 294
Aluminum Thorium	(AlTh) <sub>8</sub> Q	2.95	3.39	2.89	100	70	70	16- 73
Aluminum Thorium	(Al <sub>1.6</sub> Th) <sub>7</sub> T	3.49	3.08	3.84	100	100	50	16- 72
Aluminum Thorium Carbide	AlThC <sub>2</sub>	3.93	2.85	2.59	100	100	60	16- 55
Aluminum Thorium Carbide	Al <sub>2</sub> Th <sub>4</sub> C <sub>5</sub>	2.84	2.68	3.63	100	60	50	16- 57
Aluminum Thorium Carbide	(Al <sub>4</sub> Th <sub>4</sub> C <sub>4</sub> ) <sub>19</sub> U	5.81	2.47	3.09	100	100	60	16- 13
Aluminum Thulium	(Al <sub>2</sub> Tm) <sub>24</sub> F	2.75	2.35	1.59	100	100	100	15- 492
Aluminum Thulium	(Al <sub>2</sub> Tm) <sub>4</sub> C	2.93	2.40	1.87	100	100	100	15- 396
Aluminum Titanate	Al <sub>2</sub> TiO <sub>5</sub>	2.66	1.60	4.74	100	100	60	9- 252
Aluminum Titanium	(AlTi <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> H (25 pc Al)	2.21	2.32	1.70	100	70	60	9- 98



Inorganic Names

Aluminum Titanium	AlTi(55 at. pc Al)	2.31	1.99	1.42	100	60	60	5-0670
Aluminum Titanium	Al <sub>3</sub> Ti	2.29	1.92	1.43	100	80	80	2-1121
Aluminum Titanium	(Ti <sub>3</sub> Al)8H	2.19	1.31	1.23	100	30	30	14- 451
Aluminum Titanium	(Ti <sub>3</sub> Al)H	2.31	2.18	1.31	100	100	100	16- 867
Aluminum Titanium Carbide	(Ti <sub>3</sub> AlC)5C	2.39	2.07	1.47	100	90	80	17- 438
basic Aluminum Tungstate Hydrate	Al(VO <sub>4</sub> )(OH)·H <sub>2</sub> O	4.20	3.07	3.05	100	100	100	11- 144
Aluminum Tungsten	(WAl <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 26B	5.36	2.03	2.40	100	90	75	8- 331
Aluminum Uranium	(Al <sub>3</sub> U)4C	4.15	2.96	2.42	100	80	80	7- 301
Aluminum Uranium	(Al <sub>2</sub> U)24F	2.70	2.30	1.57	100	100	80	7- 111
Aluminum Uranyl H Phosph Hyd	HA1(VO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·O-6H <sub>2</sub> O	8.51	3.51	2.99	100	70	60	5-0120
Aluminum Uranyl H Phosph Hyd	HA1(VO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ·16H <sub>2</sub> O	9.69	4.86	3.47	100	90	80	5-0107
Aluminum Uranyl Hydro Vanadate Hyd	(VO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> AlOH(VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	9.96	5.00	3.33	100	90	35	15- 506
Aluminum Vanadate	AlVO <sub>4</sub>	2.12	2.43	2.37	100	95	95	11- 130
Aluminum Vanadate Hydrate	Al-O-V-O-V-O·H <sub>2</sub> O	1.93	2.37	1.47	100	90	80	13- 476
Aluminum Vanadium	(Al <sub>3</sub> V)3U	2.24	1.15	1.89	100	80	60	7- 399
Aluminum Vanadium	(Al <sub>3</sub> V)192F	2.21	2.18	2.09	100	100	80	7- 281
Aluminum Vanadium (delta phase)	(Al <sub>3</sub> V <sub>6</sub> )52B (56 wt. pc V)	2.17	1.25	1.53	100	80	50	7- 360
Aluminum Vanadium (beta phase)	(Al <sub>3</sub> V)56H (27.2 wt. pc V)	2.16	2.29	2.07	100	80	80	7- 359
Aluminum Vanadium	(AlV <sub>3</sub> )3C	2.01	2.20	3.46	100	85	80	16- 5
Aluminum Yttrium	(Al <sub>2</sub> Y)24F	2.36	2.77	2.26	100	40	30	16- 84
Aluminum Yttrium	Al <sub>2</sub> Y	2.37	2.78	1.51	100	75	30	12- 307
Aluminum Yttrium Borate	Al <sub>3</sub> Y(BO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>	2.69	2.32	5.34	100	80	60	15- 117
Aluminum Yttrium Oxide	AlYO <sub>3</sub>	2.61	3.70	2.59	100	35	30	11- 662
Aluminum Yttrium Oxide	Al <sub>2</sub> Y <sub>4</sub> O <sub>9</sub>	3.01	2.91	3.33	100	95	35	14- 475
Aluminum Zinc	Al <sub>3</sub> Zn <sub>5</sub>	2.43	2.68	2.64	100	70	70	12- 674
Aluminum Zirconium	(AlZr <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> U	2.68	1.57	1.38	100	60	60	14- 436
Aluminum Zirconium	(Al <sub>2</sub> Zr) <sub>12</sub> H	2.45	2.25	2.63	100	80	80	13- 510
Aluminum Zirconium	(AlZr <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> H	2.44	2.42	1.41	100	100	80	14- 153
Aluminum Zirconium	(AlZr <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> C	2.52	2.18	1.54	100	80	80	7- 115
Aluminum Zirconium	Al <sub>3</sub> Zr	2.37	2.00	2.16	100	100	90	2-1093
Aluminum Zirconium	(Al <sub>2</sub> Zr <sub>4</sub> ) <sub>7</sub> H	2.72	2.43	2.34	100	100	100	15- 664
Aluminum Zirconium	(Zr <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	2.41	2.72	4.55	100	50	35	16- 75
Aluminum Zirconium	(Al <sub>2</sub> Zr <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	2.57	2.44	2.41	100	100	100	16- 415
Aluminum Zirconium	(ZrAl) <sub>8</sub> O	2.56	2.72	3.37	100	80	60	17- 891
Alum Mang, Iron Phos Hydrox Hyd	AlPO <sub>4</sub> ·(Mn,Fe)(OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	2.83	2.42	5.23	100	60	50	17- 131
Americium	(Am) <sub>2</sub> H	2.81	2.90	2.65	100	80	80	15- 657
Americium	(Am) <sub>4</sub> H	2.78	2.93	1.55	100	70	70	9- 176
Americium(IV) Fluoride	AmF <sub>4</sub>	4.12	3.65	3.24	100	100	75	7- 31
Americium Oxide Chloride	AmOCl	3.44	2.58	2.82	100	90	80	6-0250
Americium(V) Rubidium Oxide Carbide	AmRbO <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4.07	3.38	2.56	100	80	60	8- 431
tetra Amido Diphosphoric Acid	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	4.23	2.98	1.91	100	100	100	12- 740
Amidophosphoric Acid	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	3.18	4.85	3.34	100	95	70	16- 928
Amidophosphoric Acid Hydrate	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.83	4.08	3.36	100	60	50	16- 924
Acidosulfuric Acid	NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H	4.04	3.71	3.40	100	100	100	16- 269
Ammonium Nickel Cyanide Hydrate	Ni(NH <sub>2</sub> )(CN) <sub>2</sub> ·1/4H <sub>2</sub> O	4.40	2.53	2.19	100	80	70	15- 49
Ammonia Borane	H <sub>2</sub> NBH <sub>3</sub>	3.72	3.65	2.63	100	80	60	13- 292
Ammonia Uranium(IV) Oxide Hydrate	UO <sub>2</sub> ·ca 1-3/4H <sub>2</sub> O·ca NH <sub>3</sub>	7.55	3.54	3.20	100	80	80	14- 340
Ammonium Acetate	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	4.05	3.62	4.69	100	35	30	14- 748
Ammonium Aluminum Silicate Hyd	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O·3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	4.50	10.4	2.6	100	80	80	13- 573
Ammonium Aluminum Silicate Hyd	NH <sub>4</sub> Al(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.39	5.54	2.89	100	80	60	14- 19
Ammonium Aluminum Sulfate	NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3.68	8.40	2.36	100	80	32	3-0320
Ammonium Aluminum Sulfate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	7.50	3.32	4.30	100	83	50	3-0045
Ammonium Aluminum Sulfate Hyd	NH <sub>4</sub> Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	4.33	4.08	3.27	100	80	75	7- 22
Ammonium Aluminum Sulfate Hydrate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·SO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	11.3	4.41	3.29	100	70	60	11- 466
Ammonium Aluminum Sulfate Hyd	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·(11Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SO <sub>3</sub> ·xH <sub>2</sub> O)	11.1	4.80	4.24	100	70	70	11- 469
Ammonium Alum Silic Hyd	NH <sub>4</sub> AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·1/2H <sub>2</sub> O	3.81	6.52	3.38	100	95	70	17- 517
Ammonium Alodotriphosphate Hyd	(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> P <sub>3</sub> O <sub>9</sub> NH <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.43	3.21	5.79	100	100	80	17- 825
Ammonium Arsenate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>	3.15	5.40	3.86	100	64	48	1-0775
Ammonium Arsenic Oxide Fluoride	NH <sub>4</sub> AsO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	3.13	4.98	2.05	100	80	80	16- 866
Ammonium Azide	NH <sub>4</sub> N <sub>3</sub>	2.90	2.86	3.11	100	100	70	9- 409
Ammonium Barium Nitroferate(II)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> BaFe(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	1.41	2.63	1.03	100	80	80	2-1419
basic Ammonium Borate	H <sub>2</sub> B <sub>3</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub>	4.70	2.92	2.89	100	100	100	12- 633
Ammonium Borate Hydrate	NH <sub>4</sub> B <sub>3</sub> O <sub>6</sub> ·4H <sub>2</sub> O	6.01	3.38	3.54	100	85	70	12- 638
Ammonium Borate Hydrate	NH <sub>4</sub> B <sub>3</sub> O <sub>6</sub> ·2-2/3H <sub>2</sub> O	3.16	3.09	5.70	100	100	60	12- 637
Ammonium Borate Hydrate	NH <sub>4</sub> HB <sub>3</sub> O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O	8.50	5.80	3.39	100	100	66	15-0077
Ammonium Bromide	NH <sub>4</sub> Br	3.44	2.44	2.08	100	100	80	1-0605
Ammonium Bromide	NH <sub>4</sub> Br	2.87	4.06	1.66	100	68	25	5-0618
Ammonium Bromoantimonate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SbBr <sub>6</sub>	2.68	5.35	1.90	100	90	90	2-0932
Ammonium Bromoarsenate(IV)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Br <sub>4</sub>	5.20	6.00	2.60	100	97	83	5-0237
Ammonium Bromoplatinate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PtBr <sub>6</sub>	5.18	5.99	2.59	100	95	90	10- 422
Ammonium Bromoselenate(IV)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SeBr <sub>6</sub>	3.03	2.62	5.24	100	85	65	9- 376
Ammonium Bromotellurate(IV)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> TeBr <sub>6</sub>	2.68	5.36	3.10	100	65	60	9- 389
Ammonium Cadmium Nitrite	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cd(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	2.40	1.43	2.68	100	100	80	2-1089
Ammonium Cadmium Nitroferate(II)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cd(Fe(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> )	2.58	2.30	2.10	100	100	100	2-1015
Ammonium Cadmium Nitronickelate(II)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cd(Ni(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> )	2.61	2.35	2.12	100	100	100	2-0976
Ammonium Cadmium Sulfite Hydrate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cd(SO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	6.63	3.06	4.31	100	99	73	7- 425
Ammonium Calcium Nitroferate(II)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Fe(NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	2.58	2.30	1.37	100	100	100	2-1016
Ammonium Calcium Sulfate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	3.33	2.81	4.30	100	40	35	11- 241
Ammonium Calcium Sulfate Hydrate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.04	5.68	3.20	100	85	30	11- 269
Ammonium Calcium Sulfate Hyd	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	9.83	3.30	4.96	100	65	40	11- 475
Ammonium Carbonate Hydrate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	3.00	3.71	3.40	100	40	30	1-0858
Ammonium Chlorate	NH <sub>4</sub> ClO <sub>3</sub>	4.42	3.22	3.04	100	65	35	15- 329
Ammonium Chloride	NH <sub>4</sub> Cl (at 250 deg C)	3.30	2.31	1.96	100	100	50	1-0674
Ammonium Chloride	NH <sub>4</sub> Cl	2.74	3.87	1.58	100	25	25	7- 7
Ammonium Chloride Arsenic Oxide Hydrate	NH <sub>4</sub> Cl·As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·1/2H <sub>2</sub> O	3.09	2.63	2.43	100	85	85	11- 37
Ammonium Chlorocadmiate	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CdCl <sub>4</sub>	6.06	2.81	2.78	100	80	50	12- 33
Ammonium Chlorocuprate(II)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CuCl <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	5.50	2.68	2.75	100	66	50	1-0211
Ammonium Chloroferrate(IV)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> FeCl <sub>6</sub>	5.70	4.93	2.97	100	70	50	9- 396

Inorganic Names

Ammonium Iron(III) Sulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	7.60	3.34	4.34	100	40	15	3-0043
Ammonium Iron(III) Sulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	8.10	3.41	2.39	100	70	70	9- 9
Ammonium Iron(II) Sulfate Hyd	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4.20	4.13	3.79	100	55	55	17- 481
Ammonium Iron(III) Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5.77	3.60	3.27	100	100	100	9- 7
Ammonium Iron Sulfate Hydrate	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4.34	3.29	7.10	100	70	55	7- 6
Ammonium Iron(II) Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5.42	6.99	3.32	100	70	50	14- 252
Ammonium Iron Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_6\text{FeO}(\text{SO}_4)_3 \cdot 0-1 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	9.10	4.80	3.08	100	80	60	14- 224
Ammonium Iron(II) Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4.59	5.68	3.51	100	70	70	14- 254
Ammonium Iron Sulfite Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6.53	3.01	2.71	100	73	57	7- 427
Ammonium Lead Bromide	$2\text{NH}_4\text{Br} \cdot \text{PbBr}_2$	7.38	3.08	2.92	100	80	80	6-0061
beta Ammonium Lead Bromide	$\beta\text{-NH}_4\text{Pb}_2\text{Br}_3$	2.97	7.30	2.29	100	80	80	6-0396
alpha Ammonium Lead Bromide	$\alpha\text{-NH}_4\text{Pb}_2\text{Br}_3$	2.83	9.40	3.87	100	80	80	6-0442
Ammonium Lead Nitroferate(II)	$(\text{NH}_4)_2\text{Pb}(\text{NO}_2)_2$	2.32	2.12	2.61	100	100	90	2-1110
Ammonium Lithium Bismuth Nitrite	$\text{Li}(\text{NH}_4)_2(\text{Bi}(\text{NO}_2)_2)_2$	2.66	1.42	1.38	100	100	100	2-0952
Ammonium Magnesium Aluminum Fluoride	$(\text{NH}_4)_2\text{MgAlF}_6$	5.75	3.00	1.92	100	40	25	3-0099
Ammonium Magnesium Chloride	$\text{NH}_4\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	3.33	3.85	2.73	100	75	75	1-0660
Ammonium Magnesium H Phos Hyd	$\text{Mg}_2(\text{NH}_4)_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	6.96	3.46	5.15	100	75	30	16- 361
Ammonium Magnesium H Phos Hyd	$\text{Mg}(\text{NH}_4)_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5.94	2.97	5.21	100	45	40	16- 353
Ammonium Magnesium Orthophosphate Hydrate	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9.00	2.80	4.60	100	67	27	3-0028
Ammonium Magnesium Orthophosphate Hydrate	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4.26	5.60	2.92	100	60	55	15- 762
Ammonium Magnesium Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	3.79	4.19	3.14	100	65	55	11- 73
Ammonium Manganese Orthophosphate Hydrate	$\text{NH}_4\text{MnPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.85	4.33	3.44	100	40	20	1-0368
Ammonium Manganese(II) Phosphate Hydrate	$\text{NH}_4\text{MnPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9.00	2.86	4.30	100	100	25	3-0027
Ammonium Manganese(II) Selenate	$(\text{NH}_4)_2\text{Mn}_2(\text{SeO}_4)_2$	3.33	4.30	2.82	100	80	55	17- 551
Ammonium Manganese Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Mn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4.21	3.81	4.27	100	75	45	11- 134
Ammonium Manganese Sulfite Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Mn}(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6.58	3.03	2.73	100	90	50	7- 429
Ammonium Mercury Chloride	$(\text{NH}_4)_2\text{Hg}(\text{NO}_2)_2$	5.20	3.32	2.35	100	100	63	1-0234
Ammonium Mercury Nitronickelate(II)	$(\text{NH}_4)_2\text{HgNi}(\text{NO}_2)_4$	2.34	2.14	1.40	100	100	100	2-1101
Ammonium meta Niobate	$\text{NH}_4\text{NbO}_3$	7.40	3.35	3.27	100	100	100	17- 590
Ammonium (para) Molybdate Hydrate	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	9.08	7.17	3.02	100	20	15	11- 71
Ammonium Neodymium(III) Nitrate	$\text{NH}_4(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	8.80	6.90	5.40	100	100	33	1-0073
Ammonium Neodymium Sulfate Hydrate	$\text{NH}_4\text{Nd}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	6.38	4.37	3.23	100	25	20	9- 283
Ammonium Nickel Fluoride	$\text{NH}_4\text{NiF}_3$	4.96	2.31	3.70	100	31	22	3-0138
Ammonium Nickel Sulfate Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	4.16	3.76	5.40	100	95	50	12- 454
Ammonium Nickel Sulfite Hydrate	$(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6.53	2.99	2.66	100	82	50	7- 421
Ammonium Niobate	$(\text{NH}_4)_3\text{NbO}_6$	5.42	4.97	3.24	100	100	100	17- 589
Ammonium Niobate Hydrate	$\text{NH}_4\text{NbO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	8.49	8.10	8.03	100	100	100	17- 588
Ammonium Niobium Oxide Fluoride	$(\text{NH}_4)_3\text{NbOF}_6$	5.38	4.66	3.29	100	65	65	14- 529
Ammonium Nitrate (form V)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (at -78 deg C)	3.09	2.67	2.25	100	80	60	11- 36
Ammonium Nitrate	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	3.17	4.12	2.89	100	70	60	9- 132
Ammonium Nitrate (form III)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	2.64	3.25	3.40	100	90	70	8- 499
Ammonium Nitrate	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (at 155 deg C)	4.42	3.12	2.21	100	100	50	9- 74
Ammonium Nitrate (Form IV)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	3.09	2.72	3.96	100	75	65	8- 452
Ammonium Nitroiridate(III)	$(\text{NH}_4)_3\text{Ir}(\text{NO}_2)_6$	1.44	2.69	2.40	100	80	80	2-1407
Ammonium Oxalate Hydrate	$\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.67	6.32	3.06	100	95	95	14- 801
Ammonium Perchlorate	$\text{NH}_4\text{ClO}_4$ (at 243 deg C)	4.43	3.85	2.71	100	100	70	2-0232
Ammonium Perchlorate	$\text{NH}_4\text{ClO}_4$	4.58	3.61	3.25	100	60	50	8- 451
Ammonium Perorthotantalate	$(\text{NH}_4)_2\text{Ta}_2\text{O}_7$	5.40	4.95	3.24	100	100	100	17- 591
Ammonium Peroxofluorotitanate	$(\text{NH}_4)_3\text{TiO}_2\text{F}_3$	5.54	4.69	3.30	100	80	80	16- 421
Ammonium Peroxychromate	$(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_5$	5.28	4.93	3.12	100	100	100	14- 671
Ammonium Peroxyvanadate	$(\text{NH}_4)_2\text{VO}_5$	5.30	4.93	3.13	100	100	100	14- 668
Ammonium Perrhenate	$\text{NH}_4\text{ReO}_4$	3.50	5.36	2.58	100	70	20	10- 252
Ammonium Persulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	3.35	5.04	3.51	100	95	80	11- 551
Ammonium Phosphatoyenne Mo Hyd	$(\text{NH}_4)_6\text{H}_6(\text{P}_2\text{O}_7)(\text{Mo}_2\text{O}_7)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3.64	3.14	3.23	100	60	45	4-0443
Ammonium Phosphomolybdate Hydrate	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4(\text{MoO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.36	8.25	2.91	100	55	35	9- 412
Ammonium Phosphomolybdate Hydrate	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	3.39	1.48	8.30	100	60	50	16- 181
Ammonium Phosphotungstate Hydrate	$(\text{NH}_4)_3\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{WO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	3.37	2.92	2.48	100	47	47	1-0641
Ammonium Phosphovanadotungstate Hydrate	$(\text{NH}_4)_3\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{VO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	3.32	3.22	3.11	100	100	65	4-0526
Ammonium Plutonium Fluoride	$(\text{NH}_4)_7\text{Pu}_3\text{F}_{31}$	8.30	3.45	3.02	100	100	60	16- 757
Ammonium Plutonium Fluoride	$(\text{NH}_4)_2\text{PuF}_6$	5.98	3.30	5.80	100	90	80	16- 751
beta Ammonium Plutonium Fluoride	$\beta\text{-NH}_4\text{PuF}_6$	6.95	3.44	3.94	100	90	80	16- 753
Ammonium Plutonium Fluoride	$\text{NH}_4\text{Pu}_3\text{F}_{13}$	2.00	1.93	3.60	100	100	80	16- 759
Ammonium Plutonium Fluoride	$(\text{NH}_4)_4\text{PuF}_8$	5.80	4.67	3.57	100	90	80	16- 749
Ammonium Plutonium(V) Oxide Carbonate	$\text{NH}_4\text{PuO}_2\text{CO}_3$	4.01	5.10	2.53	100	50	50	8- 375
Ammonium Potassium Phosphate	$(\text{NH}_4, \text{K})\text{NaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2.91	3.75	1.95	100	83	83	1-0925
Ammonium, Potassium Sodium Sulfate Hyd	$(\text{NH}_4, \text{K})\text{NaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	4.64	3.04	5.06	100	90	75	15- 370
Ammonium Potassium Sulfate	$\text{K}_2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2.92	4.21	3.04	100	80	70	8- 71
Ammonium Potassium Tartrate	$(\text{NH}_4)\text{KC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	3.10	4.70	3.93	100	40	40	1-0801
Ammonium Pyrophosphate	$(\text{NH}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$	3.30	5.44	5.63	100	70	45	11- 634
Ammonium Pyrosulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_7$	5.02	3.37	3.14	100	80	40	1-0241
Ammonium Silver Bisauth Nitrite	$\text{Ag}(\text{NH}_4)_2\text{Bi}(\text{NO}_2)_2$	1.86	1.49	1.09	100	100	100	2-1318
Ammonium Sodium Bisauth Nitrite	$(\text{NH}_4)_2\text{NaBi}(\text{NO}_2)_2$	1.47	1.03	2.46	100	100	90	2-1400
Ammonium Sodium Hydrogen Phosphat Hyd	$\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4.20	6.50	10.0	100	95	90	11- 358
Ammonium Sodium Phosphate Hydrate	$\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	6.60	2.89	4.60	100	100	50	1-0127
Ammonium Sodium Sulfate	$\text{NH}_4\text{NaSO}_4$	2.86	4.75	6.50	100	80	60	2-0774
Ammonium Sodium Sulfate Hydrate	$\text{NH}_4\text{NaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5.07	3.80	3.03	100	95	90	15- 283
Ammonium Strontium Nitroferate(II)	$(\text{NH}_4)_2\text{Sr}(\text{Fe}(\text{NO}_2)_2)_2$	2.59	2.31	2.11	100	100	100	2-1005
Ammonium Sulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4.27	3.08	3.00	100	80	80	8- 77
Ammonium Sulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4.33	4.39	3.06	100	65	55	10- 343
Ammonium Sulfate q	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Q}$	3.36	4.96	3.74	100	90	80	8- 66
Ammonium Tetrachloroplatinate(II)	$(\text{NH}_4)_2(\text{PtCl}_4)_2$	7.10	3.68	3.27	100	80	60	17- 772
Ammonium Tetrafluorozincate(II)	$(\text{NH}_4)_2\text{ZnF}_6$	3.99	7.02	2.07	100	90	55	17- 251
Ammonium Tetrametaphosphate	$(\text{NH}_4)_4\text{P}_4\text{O}_{13}$	6.40	3.23	5.42	100	45	30	11- 635
Ammonium Thiocyanate	$\text{NH}_4\text{SCN}$	3.66	3.11	2.99	100	80	70	1-0511
Ammonium Thiocyanodiamine Cr Hyd	$\text{NH}_4(\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_2) \cdot \text{H}_2\text{O}$	3.85	3.34	9.44	100	80	16	13- 297
Ammonium Thiosulfate	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$	3.02	4.58	2.62	100	80	72	1-0844
Ammonium Thiotungstate	$(\text{NH}_4)_2\text{VS}_4$	6.18	5.20	5.16	100	100	100	16- 213
Ammonium Titanium Oxide Chloride Hyd	$(\text{NH}_4)_3\text{Ti}_2\text{O}_2\text{Cl}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	3.33	2.82	3.93	100	100	75	14- 493

Inorganic Names

basic Iron(II) Silicate	$Fe_2Si_2O_6(OH)_4$	2.59	2.20	7.21	100	90	70	11-	265
Iron Silicate	$Fe_2SiO_4$	2.48	1.45	2.05	100	70	50	12-	264
basic Iron(II) Silicate	$Fe_2Si_2O_6(OH)_4$ q	2.67	7.12	3.56	100	80	80	2-	1012
Iron Silicate	$FeSiO_3$ (orthorhombic form)	4.62	2.91	6.48	100	90	70	17-	547
Iron Silicate	$FeSiO_3$ (monoclinic form)	3.03	3.35	3.23	100	80	80	17-	548
Iron Silicide	$FeSi_2$	1.84	2.37	5.10	100	63	30	1-	1285
Iron Silicide	$FeSi$	2.00	1.82	1.19	100	40	20	1-	1271
eta Iron Silicide	eta $Fe_3Si_3$ (high temp.)	2.00	1.92	1.27	100	90	90	11-	615
Iron Silicide	$Fe_3Si$	1.99	1.41	3.25	100	100	40	11-	616
Iron(III) Sodium Polyphosphate	$FeNa_2P_3O_{10}$	2.95	5.06	3.10	100	90	90	7-	154
Iron(II) Sulfate	$FeSO_4$	3.25	4.78	1.99	100	24	20	1-	0703
Iron(II) Sulfate (low temp.)	$(FeSO_4)_{24}O$	2.63	3.65	1.43	100	80	80	12-	68
Iron(III) Sulfate	$Fe_2(SO_4)_3$	3.62	6.04	4.39	100	60	40	14-	253
Iron(II) Sulfate(anhydr.)	$FeSO_4$	2.62	3.65	3.41	100	85	35	17-	673
Iron Sulfate Hyd	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 10H_2O$	4.08	5.78	4.19	100	80	60	17-	160
Iron Sulfate Hydrate	$Fe_4(SO_4)_6 \cdot 15H_2O$	10.0	6.64	4.67	100	80	80	17-	159
Iron(II) Sulfate Hydrate	$FeSO_4 \cdot 4H_2O$	4.47	5.46	3.97	100	90	70	16-	699
Iron Sulfate Hydrate	$FeSO_4 \cdot 6H_2O$	4.43	2.97	2.93	100	70	70	15-	393
Iron(II,III) Sulfate Hydrate	$FeFe_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	4.79	4.03	5.05	100	90	50	13-	530
Iron(II) Sulfate Hydrate	$FeSO_4 \cdot H_2O$	3.44	4.84	3.11	100	90	90	12-	226
Iron(III) Sulfate Hydrate	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$	3.53	6.00	4.75	100	80	80	1-	0551
Iron(II) Sulfate Hydrate	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	4.90	3.78	3.23	100	64	20	1-	0255
basic Iron Sulfate Hydrate	$(H_2O)Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot H_2O$	3.06	4.90	1.97	100	70	70	2-	0597
Iron Sulfate Hydrate	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	6.87	10.5	4.5	100	70	70	8-	63
Iron Sulfate Hydrate	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	8.26	2.76	5.45	100	75	65	6-	0040
Iron Sulfide	$Fe_9S_8$	2.32	1.80	5.05	100	100	50	7-	26
Iron Sulfide	$FeS_2$	1.63	2.71	2.42	100	85	65	6-	0710
Iron Sulfide	$FeS_2$	2.71	1.76	3.44	100	63	40	3-	0799
Iron Sulfide (Ordered)	$FeS$	2.09	2.98	2.67	100	90	90	4-	0832
Iron(II) Sulfide	$FeS$	2.06	2.97	2.65	100	33	33	1-	1247
Iron Sulfide	$FeS$	5.03	2.97	2.31	100	80	80	15-	37
Iron Sulfide	$FeS$	2.09	2.66	1.72	100	60	50	11-	151
Iron Sulfide	$Fe_3S_4$	1.73	1.90	1.98	100	60	70	10-	437
Iron Sulfide	$Fe_3S_4$	2.98	1.75	2.47	100	75	55	16-	713
Iron Sulfide	$FeS(x0.12)$	2.06	2.97	2.64	100	90	90	17-	200
Iron Sulfide	$FeS(x.094)$	2.07	2.64	1.72	100	90	80	17-	201
Iron Tantalum	$Fe_2Ta_3$	2.21	2.05	2.40	100	100	80	12-	604
Iron Tantalum	$Fe_3Ta_3$	2.22	2.05	2.02	100	100	70	12-	594
Iron,Tantalum,Niobium Oxide	$(Fe,Ta,Nb)O_2$	3.35	2.58	1.75	100	90	90	12-	189
Iron Tantalum Silicide	$(Ta,Fe,Si)O$	2.36	2.24	2.20	100	100	100	15-	715
Iron(III) Tellurate(VI)	$Fe_2TeO_6$	3.25	2.53	1.70	100	60	45	15-	686
Iron Telluride	$FeTe_2$	2.81	2.71	2.07	100	70	50	14-	419
Iron Tellurite		3.34	5.74	1.87	100	90	80	16-	146
Iron Tellurium	$(FeTe_{1-3})_7$	2.16	1.63	2.95	100	100	90	7-	137
Iron Tellurium (delta phase)	$(FeTe_{1-3})_5H$	2.85	2.15	1.91	100	85	85	7-	136
Iron Tellurium (beta phase)	$FeTe_{0.9} \cdot 4.17T$	2.05	3.26	1.65	100	60	70	7-	140
Iron Tellurium (epsilon)	$(FeTe_2)_6O(FeTe_{1-3})_9O$	1.84	1.57	2.79	100	90	80	7-	367
anhydrous Iron(III) Tellurium Oxide		3.00	2.54	1.72	100	90	80	7-	377
Iron Tellurium Oxide Hyd	$Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$	3.14	2.87	2.52	100	90	90	7-	404
Iron Tellurium Oxide Hydrate	$Fe_2(TeO_3)_3 \cdot xH_2O$ Q	3.17	1.61	3.32	100	90	80	7-	405
Iron Thallium Oxide	$Fe_2O_3 \cdot 7Tl_2O_3$	3.03	1.86	1.58	100	100	90	13-	550
Iron Tin	$(FeSn)_6H$	2.04	1.70	3.20	100	100	80	9-	212
Iron Tin	$FeSn_2$	2.57	2.07	1.52	100	100	100	4-	0745
Iron Tin	$Fe_3Sn$	2.08	2.18	2.36	100	80	70	4-	0837
Iron(II) Tin Hydroxide	$FeSn(OH)_4$	3.84	1.73	2.74	100	90	80	13-	357
theta Iron Tin Zirconium	$(Zr_{0.673}Sn_{0.245}Fe_{0.082})$	2.60	1.44	2.28	100	90	80	17-	905
Iron Titanate	$Fe_2(TiO_3)_3$	1.68	2.68	3.22	100	75	60	13-	326
Iron Titanate	$Fe_4(TiO_4)_3$	3.33	1.81	1.73	100	100	100	13-	276
Iron(III) Titanate	$Fe_2TiO_5$	3.48	2.75	4.90	100	80	45	9-	182
Iron Titanate	$FeTiO_3$	2.74	1.72	2.54	100	100	85	3-	0781
Iron Titanium	$(Fe_2Ti)_{12}H$	2.20	2.04	2.00	100	100	100	15-	336
epsilon Iron Titanium Oxide	epsilon $Fe-Ti-O$	2.17	1.33	2.30	100	80	50	9-	317
gamma Iron Titanium Oxide	$\gamma-Fe-Ti-O$	2.25	2.13	2.30	100	100	30	9-	320
Iron Titanium Oxide	$Fe_2Ti_4O$	2.17	1.33	1.13	100	100	100	5-	0696
Iron Titanium Sulfide	$Fe_{1-2}Ti_{1-3}S_2$	2.08	2.65	1.72	100	80	80	10-	48
Iron Titanium Sulfide	$Fe_{3-5}Ti_{1-3}S_2$	2.06	1.10	2.63	100	90	80	10-	64
Iron Tungstate	$FeWO_4$	2.94	1.71	2.47	100	80	70	10-	449
Iron Tungstate	$FeWO_4$	2.94	4.74	3.75	100	40	35	12-	729
Iron Tungstate (VI)	$Fe_2WO_6$	2.88	3.56	2.43	100	50	25	15-	688
Iron Tungsten	$Fe_7W_6$	2.37	2.19	2.08	100	80	80	11-	103
Iron Tungsten	$Fe_2W$	2.36	2.18	2.01	100	100	100	3-	0920
Iron Tungsten Carbide	$(Fe_3W_3C-Fe_4W_2C)$	2.12	2.75	2.53	100	80	80	3-	0980
Iron Tungsten Silicide	$(FeWSi)H$	2.18	2.00	2.36	100	100	85	15-	595
Iron Uranium	$(Fe_2U)_{24}F$	2.11	2.50	1.44	100	80	80	7-	128
Iron Uranium	$(FeU_6)$	2.50	1.49	2.13	100	80	50	15-	145
Iron Uranyl Arsenate Hyd	$Fe(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$	3.53	11.1	5.6	100	80	50	17-	145
Iron Uranyl Arsenate Hydrate	$Fe(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	8.86	3.59	1.61	100	100	70	17-	151
Iron Uranyl Arsenate Hydrate	$Fe(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ q	3.59	8.55	4.29	100	90	60	12-	576
Iron Uranyl Phosphate Hydrate	$Fe(UD_2)_2(PO_4)_2 \cdot nH_2O$	4.89	3.46	8.59	100	100	60	7-	288
Iron Vanadate	$FeV_2O_6$	2.50	2.07	2.93	100	80	60	15-	122
Iron Vanadate	$FeVO_4$	2.83	3.48	2.12	100	50	40	17-	307
Iron(III) Vanadate	$FeVO_4$	2.83	3.48	2.12	100	50	40	15-	294
Iron Vanadium (sigma phase)	$(VFe)_{30}T$	2.17	2.00	1.96	100	100	100	7-	383
Iron Vanadium Oxide	$Fe_{2-6}V_{1-6}O_{14}$	3.44	2.66	2.49	100	90	90	11-	569
Iron Yttrium	$Fe_2Y$	2.59	2.21	1.41	100	75	75	15-	96
Iron Yttrium	$Fe_3Y$	2.11	2.10	2.43	100	60	60	15-	68
Iron Yttrium	$Fe_4Y$	2.33	2.14	2.78	100	100	60	15-	192
Iron Yttrium	$(Fe_2Y)_{24}F$	2.20	1.41	2.58	100	60	50	17-	362

Inorganic Names

basic Magnesium Silicate	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	9.34	3.12	4.66	100	100	90	13-	556
basic Magnesium Silicate	$Mg_3Si_4O_{10}(F,OH)_2$	1.74	5.02	3.70	100	70	70	14-	692
basic Magnesium Silicate	$Mg_2Si_2O_6(OH)_4$	7.36	3.66	2.46	100	100	80	10-	361
basic Magnesium Silicate	$Mg_2Si_2O_6(OH)_4$	7.36	3.66	2.46	100	80	65	10-	380
Magnesium Silicate	$Mg_2SiO_4$	2.48	1.68	1.58	100	50	50	13-	230
basic Magnesium Silicate	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	2.49	4.55	1.53	100	64	64	3-	0881
Magnesium Silicate Fluoride	$3Mg_2SiO_4 \cdot MgF_2$	2.26	2.44	1.48	100	70	70	12-	755
Magnesium Silicate Hyd	$Mg_2Si_2O_6(OH)_4$	7.30	3.63	2.52	400	300	70	7-	417
basic Magnesium Silicate Hydrate	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 8H_2O$	10.5	3.23	4.49	100	100	60	5-	0099
Magnesium Silicate Hydrate	$Mg_2SiO_4 \cdot H_2O$	1.52	1.31	4.62	100	100	50	5-	0739
Magnesium Silicate Hydrate	$Mg_2Si_2O_6(OH)_4$	2.51	7.28	3.60	100	90	60	10-	402
Magnesium Silicate Hydrate	$Mg_2Si_2O_6 \cdot 2H_2O$	12.1	2.56	4.31	100	55	40	13-	595
Magnesium Silicate Hydrate	$Mg_2Si_2O_6 \cdot 2H_2O$	12.3	2.58	4.40	100	60	35	14-	1
Magnesium Silicide	$Mg_2Si$	2.25	3.70	1.30	100	40	40	1-	1192
Magnesium Silicide	$(Mg_2Si)_{18}H$	3.40	2.70	3.55	100	60	50	17-	81
Magnesium Silver	$AgMg_3$	2.35	3.94	2.45	100	64	40	1-	1170
Magnesium Strontium Germanate	$MgSr_2Ge_2O_7$	2.80	2.86	2.00	100	85	45	12-	344
Magnesium Strontium Germanate	$MgSr_2Ge_2O_7$	3.04	1.85	2.59	100	30	25	12-	349
Magnesium Strontium Germanate(IV)	$MgSrGe_2O_8$	3.12	2.65	3.02	100	95	60	12-	341
Magnesium Strontium Orthosilicate	$MgSr_2Si_2O_6$	2.74	2.81	1.96	100	80	55	10-	75
Magnesium Sulfate	$MgSO_4$	3.61	2.60	3.38	100	80	55	12-	17
Magnesium Sulfate	$MgSO_4$	3.55	2.64	2.30	100	30	25	1-	0549
Magnesium Sulfate Hydrate	$MgSO_4 \cdot H_2O$	3.38	4.82	2.55	100	40	40	1-	0638
Magnesium Sulfate Hydrate	$MgSO_4 \cdot 6H_2O$	4.40	2.92	4.04	100	60	32	1-	0354
Magnesium Sulfate Hydrate	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	4.21	5.35	2.68	100	25	25	8-	467
Magnesium Sulfate Hydrate	$MgSO_4 \cdot H_2O$	3.41	4.84	3.33	100	90	90	13-	102
Magnesium Sulfate Hydrate	$MgSO_4 \cdot 4H_2O$	4.48	2.95	5.50	100	100	60	14-	632
Magnesium Sulfide	$MgS$	2.60	1.64	1.50	100	60	16	8-	478
Magnesium Sulfite Hydrate	$MgSO_3 \cdot 6H_2O$	3.87	2.74	4.40	100	100	80	1-	0473
Magnesium Sulfite Hydrate	$MgSO_3 \cdot 2H_2O$	5.64	3.43	2.36	100	90	35	11-	242
Magnesium Sulfite Hydrate	$MgSO_3 \cdot 3H_2O$	3.35	6.71	4.27	100	80	60	11-	239
Magnesium (meta) Tantalate(V)	$MgTa_2O_6$	1.73	3.31	2.56	100	90	90	14-	660
Magnesium Tantalate	$Mg_4Ta_2O_{10}$	2.75	4.46	2.58	100	90	60	14-	681
Magnesium Tantalate	$Mg_3Ta_2O_8$	2.81	3.55	1.58	100	80	60	14-	679
Magnesium Tantalate	$Mg-Ta-O$	3.57	2.83	2.52	100	100	80	13-	527
Magnesium Tantalate	$MgTa_2O_6$	3.33	2.57	1.74	100	100	100	13-	584
Magnesium Technetium Oxide	$Mg_2TcO_4$	2.56	4.91	1.50	100	90	55	16-	727
Magnesium Thallium	$MgTl$	2.59	1.48	3.65	100	80	70	3-	0846
Magnesium Thiosulfate Hydrate	$MgS_2O_3 \cdot 6H_2O$	4.40	2.62	2.64	100	31	25	1-	0355
Magnesium Thulium	$(Mg_2, Tm_2)S_8B$	2.64	3.01	1.83	100	20	20	17-	407
Magnesium Tin	$(Mg_2Sn)H$	3.80	3.70	2.65	100	100	100	17-	83
Magnesium Tin	$(Mg_2Sn)_{12}F$	3.91	2.39	2.04	100	75	50	7-	274
Magnesium Tin Alloy	$(MgSn)O$	3.81	3.69	2.90	100	100	50	17-	231
Magnesium Tin (IV) Arsenic (V) Oxide	$7MgO \cdot 2SnO_2 \cdot As_2O_5$	4.20	2.60	2.78	100	95	65	13-	206
Magnesium Tin Hydroxide	$MgSn(OH)_4$	3.87	4.46	2.72	100	60	60	13-	313
Magnesium Titanate	$MgTi_2O_6$	3.51	2.75	1.88	100	60	60	9-	16
Magnesium Titanate	$Mg_2TiO_4$	2.55	2.10	1.50	100	80	80	3-	0858
Magnesium Titanate	$MgTiO_3$	2.72	2.22	2.53	100	70	55	6-	0494
Magnesium Titanium Borate	$Mg_3Ti(BO_3)_2$	2.57	2.08	1.60	100	40	40	12-	172
Magnesium Titanium(III) Oxide	$MgTi_2O_6$	2.55	1.50	2.12	100	60	55	16-	215
Magnesium Tungstate	$MgWO_4$	2.93	3.70	4.68	100	95	90	7-	190
Magnesium Uranate	$MgUO_4$	4.67	3.28	2.77	100	80	80	16-	202
Magnesium Uranyl Arsenate Hydrate	$Mg(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	8.52	3.57	2.14	100	90	66	17-	152
Magnesium Uranyl Arsenate Hyd	$Mg(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10H_2O$	10.0	3.57	5.02	100	100	80	17-	148
Magnesium Uranyl Arsenate Hydr	$Mg(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$	10.9	3.54	3.22	100	100	70	17-	147
Magnesium Uranyl Arsenate Hydrate	$Mg(UD_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8-10H_2O$	10.2	3.58	5.06	100	90	80	8-	286
Magnesium Uranyl Carbonate Hydrate	$Mg_2(UD_2)(CO_3)_2 \cdot 18H_2O$	7.66	13.1	3.8	100	90	60	4-	0130
Magnesium Uranyl Phosphate Hydrate	$Mg(UD_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-10H_2O$	9.85	3.49	4.95	100	90	80	8-	313
Magnesium Uranyl Silicate Hydrate	$Mg(UD_2)_2(SiO_3)_2 \cdot 5H_2O$	8.42	4.19	3.27	100	80	70	8-	447
Magnesium Uranyl Silicate Hyd	$Mg_2(UD_2)_2Si_2O_6 \cdot 9H_2O$	4.99	3.07	2.30	100	100	90	17-	463
Magnesium Vanadate	$MgVO$	4.17	4.79	3.55	100	67	67	1-	0417
Magnesium Vanadate	$Mg_2V_2O_6$	3.22	2.97	2.52	100	100	100	12-	405
Magnesium Yttrium	$(Mg_{17}Y_2)_{40}B$	2.64	7.93	4.57	100	80	80	16-	854
Magnesium Yttrium	$(MgY)C$	2.68	3.77	1.54	100	80	80	16-	653
Magnesium Yttrium Sulfide	$MgY_2S_4$	3.53	2.74	2.57	100	100	100	14-	487
Magnesium Zinc	$MgZn_2$	2.20	2.01	2.25	100	87	75	1-	1211
Magnesium Zinc	$MgZn$	2.25	1.42	2.34	100	75	65	8-	206
Magnesium Zinc	$Mg_2Zn_3$	2.23	2.20	4.23	100	100	75	8-	196
Magnesium Zinc	$(Mg_2Zn_{11})_{39}C$	2.07	2.29	2.14	100	85	80	6-	0664
Magnesium Oxide Hydro	$Mn-Mn-O-(OH)$	1.64	4.00	2.33	100	95	70	17-	510
gamma Manganese	$(Mn)_2U$	2.14	1.89	1.13	100	35	25	17-	910
beta Manganese	$\beta-Mn$	2.10	2.00	1.24	100	66	30	1-	1234
alpha Manganese	$\alpha-Mn$	2.09	1.21	1.89	100	28	20	1-	1237
Manganese(II) Acetate Hydrate	$C_4H_8MnO_4 \cdot 4H_2O$	8.40	6.40	4.45	100	25	10	14-	724
Manganese Alum Hydroxide Silicate	$MnAl_2(OH)_4Si_2O_6$	2.59	5.66	3.33	100	90	80	17-	209
Manganese Aluminate	$(Mn_{0.93}Fe_{0.07})(Al_{1.98}Fe_{0.02})_2O_4$	2.47	2.90	1.58	100	60	60	12-	431
Manganese Aluminate	$MnAl_2O_4$	2.49	2.92	1.46	100	60	45	10-	310
Manganese Aluminum Antim Ox Silic	$Mn_{14}Sb_2(AlFe)_4(SiO_4)_2O_{21}$	2.94	4.42	2.78	100	30	30	14-	338
Manganese Aluminum Germanate	$Mn_2Al_2Ge_3O_{12}$	2.67	2.99	2.44	100	30	25	13-	13
Manganese Aluminum Orthosilicate	$Mn_2Al_2(SiO_4)_3$	2.60	1.55	1.08	100	80	70	2-	0992
Manganese Aluminum Silicate	$Mn_2Al_2(SiO_4)_2$	2.60	1.56	1.61	100	40	30	10-	354
Manganese Alum Silicate Hydrox	$Mn_2Al_2Si_2O_6(OH)_2$	12.2	2.64	3.43	100	50	35	17-	467
Manganese Antimony Oxide Fluoride	$Mn_2Sb_2O_7F$	2.93	1.79	1.53	100	40	40	16-	534
basic Manganese(II,III) Arsenate	$Mn_2Mn(AsO_4)_2(OH)_4$	4.73	4.39	2.66	100	100	100	12-	400
Manganese Arsenide	$Mn_2As$	2.03	1.88	2.45	100	80	70	4-	0852
Manganese Borate	$q$	3.08	2.82	4.30	100	80	48	1-	0813
Manganese Borate	$Mn_2(BO_3)_2$	2.79	1.80	2.33	100	60	50	15-	796
Manganese Borate Hydrate	$Mn_4B_2O_7 \cdot 2H_2O$	14.2	2.53	6.40	100	80	60	13-	593

### 1 NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 311.096 Sulfato de Aluminio. Método para Determinar el contenido de aluminio.
- ITINTEC 311.097 Sulfato de Aluminio. Método para Determinar la Basicidad.
- ITINTEC 311.098 Sulfato de Aluminio. Método para Determinar el Contenido de Hierro.
- ITINTEC 311.099 Sulfato de Aluminio. Método para Determinar el contenido de sustancias insolubles en agua.
- ITINTEC 350.001 Tamices de ensayo.

### 2.OBJETO

2.1 La presente Norma establece los requisitos que debe cumplir el sulfato de aluminio para uso industrial.

### 3.DEFINICIONES

3.1 Sulfato de aluminio. Es una sal neutra formada por la reacción del ácido sulfúrico sobre el hidróxido de aluminio, que cristaliza con 18 moléculas de agua, y cuya fórmula química es  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ .

3.1.1 El sulfato de aluminio comercial contiene solo aproximadamente 18 moléculas de agua de cristalización.

### 4.CLASIFICACION

4.1 El sulfato de aluminio se clasifica en dos tipos:

Tipo I : Color blanco-libre de fierro

Tipo II : Color amarillento

5 REQUISITOS

5.1 Los requisitos que debe cumplir cada tipo figuran en la tabla siguiente:

T A B L A I

REQUISITOS	TIPO I	TIPO II
Aspecto	Sólido granulado	Sólido granulado
Color	Blanco	Amarillento
Aluminio (como $Al_2O_3$ )%	17,0 mínimo	15,0 mínimo
Basicidad (como $SO_3$ )%	$\pm$ 0,5	$\pm$ 0,5
Hierro (como $Fe_2O_3$ )%	0,05 máximo	0,5 máximo
Insolubles en agua %	0,10 máximo	5,0 máximo
Granulometría en %		
Residuo sobre tamiz ITINTEC:		
4,76 mm (N° 4)	0	
2,00 mm (N° 10)	15+5	
420 u (N° 40)	55+5	
Pasa tamiz ITINTEC		
420 u (N° 40)	25+5	

6 INSPECCION

6.1 Extracción de Muestras. Se efectuará tomando al azar, de un lote del producto, una cantidad de bolsas de acuerdo a la Tabla II.

T A B L A II

Tamaño del lote en bolsas	Número de bolsas a tomar
2 - 25	2
26 - 150	3
151 - 1200	5

6.2 De las bolsas así seleccionadas se tomarán muestras no menores de 200 g cada una, representativas de cada bolsa.

6.2.1 El muestreo se efectuará insertando un muestreador apropiado en diferentes posiciones y se repetirá el procedimiento hasta obtener la cantidad necesaria de material.

6.2.2 El total de muestras seleccionadas de cada bolsa se pasará por tamiz ITINTEC 4,76 mm (Nº 4). Los trozos mayores serán triturados. Luego se mezclarán en un recipiente limpio y seco para obtener una muestra compuesta.

6.2.3 De la muestra obtenida en 6.2.2 se separa 3 muestras no menores de 200 g cada una y se transfieren a sendos frascos de vidrio (o bolsas de plástico), limpios y secos, los que se sellarán herméticamente y marcarán con el número del lote de la muestra consignada, fecha de muestreo y otras particularidades del lote del cual han sido extraídas.

6.2.4 Una muestra se dará al comprador, otra al vendedor y la tercera se marcará con el sello del productor y del vendedor y constituirá la referencia en caso de discrepancia.

## 7 METODOS DE ENSAYO

7.1 Aluminio (como  $Al_2O_3$ ). Se determina según la Norma ITINTEC Nº 311.096.

7.2 Basicidad (como  $SO_3$ ). Se determina según la Norma ITINTEC Nº 311.097.

7.3 Hierro (como  $Fe_2O_3$ ). Se determina según la Norma ITINTEC Nº 311.098.

7.4 Insolubles en agua. Se determina según la Norma ITINTEC Nº 311.099.

## 8 ENVASE DE ENSAYO

8.1 Envase

8.1.1 El producto se envasará en bolsas de papel tipo kraft, de material plástico o sacos de yute.

8.1.2 El producto podrá también ser entregado a granel.

8.2 Rotulado. Además de lo establecido en las disposiciones legales vigentes:

8.2.1 La frase "SULFATO DE ALUMINIO" seguido del tipo correspondiente.

8.2.2 Nombre y dirección del fabricante.

8.2.3 Masa neta en kilogramos.

8.2.4 Contenido de  $Al_2O_3$  en %.

\*\*\*\*\*



6.4 DATOS OBTENIDOS DE LA OFICINA DE INFORMACION Y ESTADISTICA DEL MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

FUENTE : Poliza de importación

PARTIDA : 2523000400 - cemento aluminoso (Bauxita)

AÑO : 1,983

PAIS	FOB (mil \$)	CIF (mil \$)	CANTIDAD (TM)	PEDIDOS	% (#)
Francia	77.3	115.9	312.0	13	91.6
Yugoslavia	4.8	7.6	20.0	1	5.7
España	2.0	3.2	10.0	2	2.4
Italia	0.3	0.4	1.5	1	0.3

AÑO : 1,984

PAIS	FOB (mil \$)	CIF (mil \$)	CANTIDAD (TM)	PEDIDOS	% (#)
Países Bajos	23.3	28.3	40.8	2	37.0
Francia	20.1	30.8	89.4	9	31.9
Estados U.	11.6	24.2	96.0	1	18.4
Yugoslavia	4.8	7.6	22.5	1	7.6
España	2.1	3.4	10.3	2	3.3
Alemania O.	1.1	1.4	2.0	2	1.7

ANO : 1,985

PAIS	FOB (mil \$)	CIF (mil \$)	CANTIDAD (TM)	PEDIDOS	% (#)
Francia	57.5	83.3	232.9	7	86.6
Yugoslavia	8.9	16.0	45.0	2	13.3

ANO : 1,986

PAIS	FOB (mil \$)	CIF (mil \$)	CANTIDAD (TM)	PEDIDOS	% (#)
Francia	67.0	92.9	201.0	6	73.2
Brasil	6.0	8.3	18.9	1	6.6
Belgica	5.9	7.3	10.2	1	6.4
Países B.	5.9	7.3	10.2	1	6.4
Yugoslavia	4.4	7.6	22.5	1	4.8
España	2.3	3.5	10.5	1	2.5

ANO : 1,987

PAIS	FOB (mil/\$)	CIF (mil \$)	CANTIDAD (TM)	PEDIDOS	% (#)
Francia	48.2	68.1	144.5	3	61.9
Estados U.	13.6	21.4	51.7	1	17.5
Países B.	11.6	14.9	20.4	1	14.9
Yugoslavia	4.4	6.5	22.5	1	5.6

## 6.6 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

### 6.6.1 ANÁLISIS DE ALUMINIO

PROCEDIMIENTO : Se toma 10 ml de muestra ó 1 gr. si es sólida y si se pasa a un vaso de precipitados de 400ml; se diluye a 200ml con agua destilada, se agregan 5gr de cloruro de amonio y unas gotas de indicador rojo de metilo (solución alcohólica al 2%).

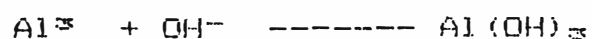
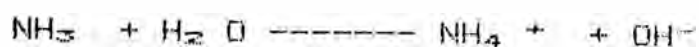
Se calienta hasta ebullición. Se agrega gota a gota solución diluída de amoniaco (1:1) hasta que el color de la solución vire a amarillo.

Se hierve la solución durante 1-2 mín. y se filtre en un papel de cenizas.

Se lava el precipitado con solución caliente de cloruro de amonio al 2% que se neutraliza previamente con solución de amoniaco al rojo de metilo.

Se coloca el papel e filtro con el precipitado en un crisol previamente pesado, se seca, se carboniza y se calcina por 30 mín a alta temperatura, se deja enfriar el crisol en un desecador y se pesa.

REACCION QUIMICA :



pH que precipita completamente el hidróxido de Aluminio es 5.

CALCULO

$$\% \text{R}_2\text{O}_3 = \frac{W_{\text{crisol+sólido}} - W_{\text{crisol}}}{W_{\text{muestra}}} * 100$$

$$\% \text{Al}_2\text{O}_3 = (\% \text{R}_2\text{O}_3 - \% \text{Fe}_2\text{O}_3) * \frac{2 * 27}{102}$$

El método utilizado en SEDAPAL fue el siguiente:

DETERMINACION DE  $\text{Al}_2\text{O}_3$

Este procedimiento está basada en la complexación del Aluminio con un ligero exceso de la solución standar de EDTA. El exceso de EDTA es determinada por titulación posterior con solución standar de cloruro de Zinc.

REACTIVOS Y MATERIAL: Peso de la muestra:

W = 37.2095 gr

- Solución 0.1M de la sal sódica de Etilendiamino Tetraacético (EDTA).
- Mezcla del indicador Negro de Eriocromio T con ClNa en la relación 1:100.
- Solución de Hidróxido de Amonio al 10%
- Solución de Cloruro de Zinc 0.1M.
- Pesa filtro de vidrio.
- Probeta graduada de 100 cc.
- Erlenmeyer aforado de 250 ml.
- Pipeta de 50 cc.
- Dos buretas de 50ml.

#### PROCEDIMIENTO:

- 1.- En un pesafiltro de vidrio, seco, limpio, pesar 4gr de alúmina sólida (o 8cc. de alúmina líquida) que se va a analizar. Disolver en 100ml. de agua destilada caliente y verter a un matríz aforado de 500ml. Completar hasta su marca y mezclar bien.
- 2.- De esta solución tomar con una pipeta de 50ml. y verter a un vaso de precipitado de 500ml. Agregar luego desde una bureta, 15ml. de solución de EDTA 0.1N.
- 3.- Adicionar unos mg. del indicador NET,

posteriormente añadir unas gotas de la solución de hidróxido de Amonio al 10% hasta que aparezca un color azulado; después del cual agregar exactamente un exceso de 10 gotas de la misma solución.

4.-Titular inmediatamente y rápidamente con una solución de Cloruro de Zinc 0.1M hasta coloración rojiza, donde se da por terminada la titulación.

Se debe observar que la solución retorna a azul después de un momento pero no es necesario retitular.

#### CALCULO

$$\%Al_2 O_3 + Fe \text{ compuestos} = \frac{f (ml EDTA - ml ZnCl_2) M EDTA \times 5.098}{\text{Peso de muestra (50ml)}}$$

ml/EDTA: los 15ml añadidos

mlZnCl<sub>2</sub> : ml gastados en la titulación.

f: factor de corrección de concentración.

M: Concentración del EDTA molar

5.098: factor de corrección (% de óxido)

$$f = \frac{ml \text{ EDTA}}{ml ZnCl_2} = \frac{V_i}{V_f}$$

## 6.6.2 ANALISIS DE CALCIO

PROCEDIMIENTO : Tomar 10ml de muestra o 1gr si es sólido, diluir a 100ml con agua destilada, agregar 5ml de HCL concentrado. Hacer hervir la solución y agregarle 40ml de solución de oxalato de amonio de 40gr/lit caliente.

Agregar 2 ó 3 gotas de indicador rojo de metilo y agregar gota a gota solución de amoniaco (1:1) hasta que el indicador vire a amarillo.

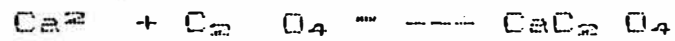
Dejar enfriar la solución por 1 hora, agitar frecuentemente durante los 30 min para evitar que se formen coloides.

Luego probar si se agregó suficiente reactivo precipitante, agregando una gotas de oxalato de amonio al 0.1% a la solución sobrenadante.

Filtrar en un papel de cenizas y lavar el precipitado con solución caliente de oxalato de amonio 0.1% hasta la eliminación de cloruros.

Pasar el papel de filtro con el precipitado a un crisol previamente pesado, secar y calcinar a 1100-1200°C durante 1.5 horas, enfriar en un desecador y pesar como CaO.

REACCION QUIMICA PRINCIPAL :

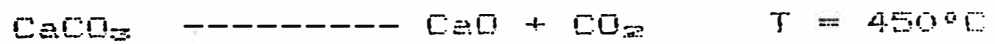
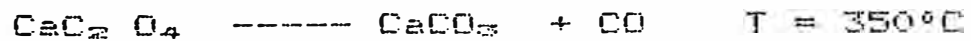


pH al cual se encuentra libre el ión oxalato

= 5.3

pH de virage del indicador = 4.4 - 6.2

REACCION DE CALCINACION



CALCULO :

$$\% \text{CaO} = \frac{W_{\text{crisol}} + \text{sólido} - W_{\text{crisol}}}{W_{\text{muestra}}} * 100$$



### 6.6.3 ANÁLISIS DE FIERRO

PROCEDIMIENTO : Se toma 10ml de la muestra, se adiciona 10 ml de HCL concentrado en una sola vez. Se hierve y mientras se agita se decolora la solución agregando gota a gota solución de  $\text{SnCl}_2$ .

Se diluye de inmediato a 50ml con agua destilada.

Se agrega una gota en exceso de  $\text{SnCl}_2$  y se enfría a la temperatura ambiente. Una vez fría se lava con agua la pared interna del vaso y se adiciona en una sola vez 10ml de la solución saturada, recientemente preparada de  $\text{HgCl}_2$ .

Se agrega 10ml de  $\text{H}_2\text{PO}_4$  (1:1) de densidad 1.695 y 2 gotas de indicador difenil amino sulfonato de bario 0.3gr/100ml de agua.

Se adiciona la cantidad necesaria de agua para tener un volumen de 75 - 100ml después de la titulación.

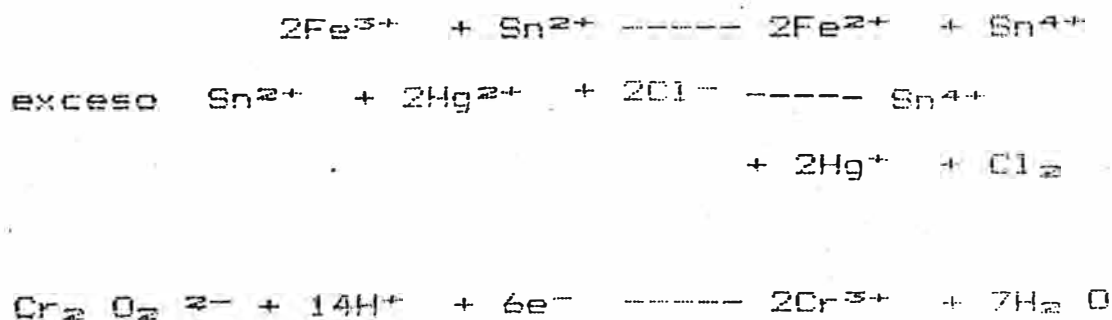
Se titula con la solución valorada de dicromato de potasio de 2.45700 de la sal de dicromato por lit de agua.

Se toma como punto final cuando una gota causa una intensa coloración púrpura que permanece sin cambio por agregado adicional

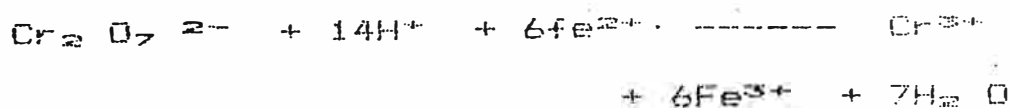
de dicromato.

La solución de  $\text{SnCl}_2$  se prepara disolviendo 5gr de la sal cristalizada en 10ml de  $\text{HCl}$  y se diluye con agua a 100ml, se agregan granillas de estaño, exentas de fierro y se hierve hasta obtener una solución clara. Se guarda la solución en un frasco gotero que contiene granallas de estaño.

REACCION QUIMICA :



REACCION GLOBAL :



CALCULO :  $\% \text{Fe}_2 \text{O}_3 = E \cdot V \cdot 100 = 0.004 \cdot V_{\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7}$

Donde :

E = Equivalente en  $\text{Fe}_2 \text{O}_3$  de la solución de  $\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$  en gr/ml.

V = Volúmen de la solución de  $K_2 Cr_2 O_7$   
empleados en la titulación.

$$WFe(gr/lit) = 0.0501 * V_{dicromat} * \frac{55.85}{V_{muestra}}$$

Donde No de equivalentes del dicromato/ml es  
0.0501

El método utilizado en SEDAPAL fue el  
siguiente:

#### DETERMINACION DE Fe TOTAL

1.-Pesar (con aproximación 0.01gr) 10gr de licor  
de  $Al_2 O_3$  0.5gr de  $Al_2 O_3$  seca y diluir a  
1lt en una fiola.

En una fiola de 100ml añadir 10ml de solución  
de muestra, 50ml de agua destilada, 10ml de  
ácido sulfúrico 1:1 y  $KMnO_4$  1% necesario  
para obtener un color rosado persistente.  
Enfriar a temperatura ambiente, añadir 10ml  
de Tiocianato de Potasio al 10% y enrasar con  
agua destilada.

Medir en un espectro fotómetro en 475mm cerca  
de 10 minutos.

2.-Este procedimiento es usado para determinar

fierro en  $Al_2 O_3$  líquida en un rango de 0.1 a 0.7% de  $Fe_2 O_3$  si el fierro contenido está fuera de este rango, la alicuota tomada de la fiola de 1lt sería modificada de 10ml en el procedimiento arriba indicado. Este resultaría con un rango en B en la ecuación para calcular el % $Fe_2 O_3$ .

HIERRO FERRICO:

Usar el procedimiento de arriba para determinación total de fierro, excepto no emplear  $KMnO_4$ .

CALCULO:

$$\%Fierro(Fe_2 O_3) = \frac{(M) (B) (C) (100)}{(W) (D)}$$

M: mgr de fierro en 10ml de muestra en solución.

B: Volúmen total de solución de muestra dividido por la porción usada.

$$\frac{1000}{10} = 100$$

C: Factor de conversión para fierro.

$$Fe_2 O_3 = 1.4297$$

D: Factor de conversión pero de muestra en gr ó mgr=1000

W: Peso de muestra en gr.

$$\%Fe(Fe_2O_3) = \frac{(M)(100)(1.4297)(100)}{(W)(1000)}$$

#### HIERRO FERROSO:

Restar Hierro Férrico con el  $Fe_2O_3$  del hierro total como  $Fe_2O_3$  multiplicar por 0.5 para obtener  $FeO$ .

#### 6.6.4 ANALISIS DEL MAGNESIO

PROCEDIMIENTO : Separar primero los hidróxidos del Aluminio y Hierro mediante la técnica seguida para el análisis del Aluminio.

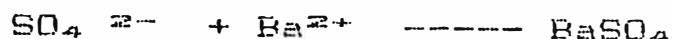
El filtrado resultante, diluir a 150ml, agregar 2 ó 3 gotas de indicador rojo de metilo, luego agregar 20ml de solución de hidrofosfato de Amonio . de 250gr/lit, seguidamente agregar gota a gota solución de  $NH_4OH(1:1)$  hasta que el indicador vire a amarillo.

Seguir agitando vigorosamente 2 min tratando de mantener la solución de color amarillo y agregar un exceso de 5ml de  $NH_4OH(1:1)$ .

Dejar el precipitado en un lugar frío de preferencia hasta el día siguiente.



REACCION QUIMICA :



CALCULO

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ (gr/lit)} = \frac{W_{\text{crisol+sólido}} - W_{\text{crisol}}}{233.34} * 96 * \frac{1000}{V_{\text{muestra}}}$$

6.6.6. ANALISIS DE CLORUROS

PROCEDIMIENTO : Tomar 10ml de muestra, diluir a 50ml con agua destilada, neutralizar la solución (pH=7) con NaOH.

Filtrar el precipitado que se forme, agregar 1ml de indicador cromato de potasio a la solución de filtrado y titular con AgNO<sub>3</sub>.

REACCION QUIMICA :



CALCULO:

$$1\text{ml AgNO}_3 = 0.93 \text{ mgr Cl}^-$$

$$\text{conc. Cl}^- \text{ (gr/lit)} = V_{\text{AgNO}_3} * \frac{0.93}{1000} * \frac{1000}{V_{\text{muestra}}}$$

$$\text{conc. Cl}^- \text{ (gr/lit)} = \frac{V_{\text{AgNO}_3}}{V_{\text{muestra}}} * 0.093$$

#### 6.6.7 BASICIDAD Y/O ACIDO LIBRE

METODO DIRECTO: Este método está dado para determinar la basicidad ó acidez. Está basado en la descomposición de sales de Aluminio por un exceso de KF neutro para dar formas estables de componentes neutros de fenolftaleina.

Por cuanto quedan algunos ácidos libres sin alterar.

#### REACTIVOS:

- 1.-Solución de fenolftaleina alcohol al 0.1%
- 2.-Solución de Fluoruro de Potasio. Disolver 1000gr de KF puro en 1200 ml de agua destilada caliente, libre de  $\text{CO}_2$  y 0.5ml de fenolftaleina y neutralizar con KOH ó ácido sulfúrico (ó ácido hidrofúrico) hasta 1ml de la solución en 10ml de agua destilada (libre de  $\text{CO}_2$ ) hasta un color rosado pálido. Filtrar alguna materia insoluble lavando por fuera y diluir a 2000ml con agua destilada libre de  $\text{CO}_2$ , guardar en una botella plástica.
- 3.-Acido sulfúrico 0.5N e Hidróxido de Sodio 0.5N standarizado.



### PROCEDIMIENTO:

Usar una muestra de solución equivalente a 4gr de Sulfato de Aluminio seco (ó 2gr de líquido), disolver esa muestra en aprox. 100ml de agua destilada y calentar a ebullición.

Añadir a la solución caliente 10ml de ácido sulfúrico 0.5N. Enfriar a temperatura ambiente. Añadir 18-20ml de solución de Fluoruro de Potasio y 0.5ml de solución de fenolftaleína.

Titular con Hidróxido de Sodio 0.5N gota a gota hasta obtener un color rosado persistente por un minuto. La titulación demostrará si la muestra es básica ó ácida.

### CALCULO

$$\%Al_2 O_3 \text{ libre} = \frac{(ml H_2 SO_4, 0.5N - ml NaOH, 0.5N) (0.0085) (100)}{\text{Peso muestra}}$$

$$\%H_2 SO_4 \text{ libre} = \frac{(ml NaOH, 0.5N - ml H_2 SO_4, 0.5N) (0.0245) (100)}{\text{Peso muestra}}$$

### INTERPRETACION DE RESULTADOS:

Si existe alúmina básica el NaOH post-valorado es menor que la cantidad de  $H_2 SO_4$  adicionado.

Si existe ácido libre el NaOH post-valorado

es mayor que la cantidad de  $H_2SO_4$  adicionado.

Si la muestra es neutra el NaOH post-valorado es igual a la cantidad de  $H_2SO_4$  adicionado.

#### 6.7 BALANCE DE CARGAS

$$\Sigma \text{Cargas } (-) = \Sigma \text{Cargas } (+)$$

$$n \text{Cl}^- + 2n \text{SO}_4^{2-} = 3n \text{Al}^{3+} + 2n \text{Mg}^{2+} + 3n \text{Fe}^{2+} \\ + 2n \text{Cu}^{2+} + \Sigma n(+)$$

Donde :

$n(+)$  es la suma de cargas positivas que corresponden a los demás cationes que muestra el análisis espectrométrico de la solución ácida mostrado en el apéndice A y cuya concentración es menor que la del cobre.

Reemplazando datos se tiene :

$$0.011 + 2(1.460) = 3(0.604) + 2(0.473) + 3(0.046) \\ + 2(0.002) + \Sigma n(+)$$

$$\Sigma n(+) = 0.03$$

Luego la suma de carga de los cationes equivales a 0.015 iones  $SO_4^{2-}$  (1.5 gr/lt) que se encuentran formando los otros compuestos.

## 6.8 CALCULOS DEL BALANCE DE MASA

### ORTENCION DEL SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO (11.08%)

#### 6.8.1 BALANCE DE MATERIA DE ALUMINIO

$$M_{Al-1} = M_{Al-2}$$

$$M_{Al-2} = 16.3 (0.30) = 4.89 \text{ gr.}$$

$$M_{Al-5} = M_{Al-6} + M_{Al-7} \dots \dots \dots (I)$$

$$M_{Al-5} = M_{Al-2} = 4.89 \text{ gr.} \dots \dots \dots (II)$$

$$M_{Al-6} = V_6 C_6 = 0.107 * C_6 \dots \dots \dots (III)$$

$$M_{Al-7} = M_7 ( \% Al_7 ) \dots \dots \dots (IV)$$

$$M_7 = 71 \text{ gr.}$$

$$\% Al_7 = \frac{(\% Al_2 O_3)}{102} * 2 * 27 = 5.86$$

Reemplazando en IV se tiene:

$$M_{Al-7} = 71 * \frac{5.86}{100} = 4.16 \dots \dots \dots (V)$$

Reemplazando (II), (III) y (V) en el (I) se tiene :

$$4.89 = 0.107 * C_6 + 4.16$$

Luego :

$$C_6 = 6.8 \text{ gr/lt}$$

### 6.8.2 BALANCE DE MAGNESIO

$$M_{Mg^{-1}} = M_{Mg^{-2}}$$

$$M_{Mg^{-2}} = 11.5 (0.3) = 3.45 \text{ gr.}$$

$$M_{Mg^{-6}} = M_{Mg^{-4}} + M_{Mg^{-7}} \dots\dots (I)$$

$$M_{Mg^{-6}} = M_{Mg^{-2}} = 3.45 \text{ gr.} \dots\dots (II)$$

$$M_{Mg^{-4}} = V_{\Delta} C_{\Delta} = 0.107 * C_{\Delta} \dots (III)$$

$$M_{Mg^{-7}} = M_{\gamma} ( \% Mg_{\gamma} ) \dots\dots\dots (IV)$$

$$M_{\gamma} = 71 \text{ gr.}$$

$$\% Mg_{\gamma} = \frac{( \% MgO )_{\gamma}}{40.32} * 24.32$$

$$\% Mg_{\gamma} = 0.42$$

Reemplazando en (IV) se tiene :

$$M_{Mg^{-7}} = 71 * \frac{0.42}{100} = 0.3 \text{ gr.} \dots (V)$$

Reemplazando (II), (III) y (V) en (I) se tiene :

$$3.45 = 0.107 * C_{\Delta} + 0.3$$

Luego :

$$C_{\Delta} = 29.4 \text{ gr / lt}$$

### 6.8.3 BALANCE DE MASA DE FIERRO

$$M_{Fe^{-1}} = M_{Fe^{-2}}$$

$$M_{Fe^{-2}} = 2.6 (0.3) = 0.78 \text{ gr}$$

$$M_{Fe^{-6}} = M_{Fe^{-6}} + M_{Fe^{-7}} \dots\dots\dots (I)$$

$$M_{Fe^{-6}} = M_{Fe^{-2}} = 0.78 \text{ gr} \dots\dots\dots (II)$$

$$M_{Fe^{-6}} = V_6 C_6 = 0.107 * C_6 \dots\dots\dots (III)$$

$$M_7 = M_7 ( \% Fe_7 ) \dots\dots\dots (IV)$$

$$M_7 = 71 \text{ gr.}$$

$$\% Fe_7 = \frac{(\% Fe_2 O_3 )_7}{159.7} * 2 (55.85) = 0.28$$

Reemplazando en (IV) se tiene :

$$M_{Fe^{-7}} = 71 * \frac{0.28}{100} = 0.2 \text{ gr.} \dots\dots\dots (V)$$

Reemplazando (II), (III), y (V) en (I) se tiene :

$$0.78 = 0.107 C_6 + 0.2$$

$$C_6 = 5.4 \text{ gr/lt}$$

Analógicamente se realizó el balance de masa por componente para la segunda prueba siendo el resultado el siguiente :

Nro. Prueba	Concentración (gr/lt)		
	Al	Mg	Fe total
1	6.8	29.4	5.4
2	6.4	27.9	4.7

#### 6.9 TABLA DE REQUERIMIENTOS DEL MEDIO FILTRANTE

- 1.- Presión mín. : - 29 psi.  
Presión máx. : 14.7 psi.
- 2.- Temperatura : 25°C
- 3.- Contenido del líquido :  
Sulfato de Aluminio : 0.126 mol/lit.  
Sulfato de Magnesio : 1.217 mol/lit.  
Sulfato Ferrico : 0.054 mol/lit.
- 4.- Ph del líquido : 1.5
- 5.- Porcentaje de sólidos en el líquido : 35%
- 6.- Densidad del líquido : 1.25 gr/lit.
- 7.- Composición del sólido :  
Sulfato de Aluminio y Azorco : 99%
- 8.- Densidad del sólido : 1.64 gr/ml
- 9.- Humedad de la torta : 10 %
- 10.- Malla que retiene más del 30% de sólidos : Mesh  
No.60

SERIES DE TAMICES U. S. Y EQUIVALENCIAS EN TYLER

A.S.T.M.—E-11-70

6. 10

Designación Tamiz		Abertura Tamiz		Diámetro del Hil o Nominal		Designación Equivalencia Tyler
Standard	Alternativa	mm	equivalencias aproximadas	mm	equivalencias aproximadas	
125 mm	5 in.	125	5	6	.3150	
106 mm	4.24 in.	106	4.24	6.40	.2520	
100 mm	4 in. (b)	100	4.00	6.30	.2450	
90 mm	3½ in.	90	3.50	6.08	.2394	
75 mm	3 in.	75	3.00	5.80	.2283	
63 mm	2½ in.	63	2.50	5.50	.2165	
53 mm	2.12 in.	53	2.12	5.15	.2026	
50 mm	2 in. (b)	50	2.00	5.05	.1988	
45 mm	1¾ in.	45	1.75	4.85	.1909	
37.5 mm	1½ in.	37.5	1.50	4.59	.1807	
31.5 mm	1¼ in.	31.5	1.25	4.23	.1665	
26.5 mm	1.06 in.	26.5	1.06	3.90	.1535	1.050 in.
25.0 mm	1 in. (b)	25.0	1.00	3.80	.1496	
22.4 mm	¾ in.	22.4	0.875	3.50	.1378	.563 in.
19.0 mm	¾ in.	19.0	0.750	3.30	.1299	.742 in.
16.0 mm	¾ in.	16.0	0.625	3.00	.1181	.824 in.
13.2 mm	.530 in.	13.2	0.530	2.75	.1083	.325 in.
12.5 mm	½ in. (b)	12.5	0.500	2.67	.1051	
11.2 mm	½ in.	11.2	0.438	2.45	.0965	.411 in.
9.5 mm	¾ in.	9.5	0.375	2.27	.0894	.371 in.
8.0 mm	¾ in.	8.0	0.312	2.07	.0815	2½ mesh
6.7 mm	.265 in.	6.7	0.265	1.67	.0736	3 mesh
6.3 mm	¾ in. (b)	6.3	0.250	1.62	.0717	
5.6 mm	No. 3½ (c)	5.6	0.225	1.65	.0661	3½ mesh
4.75 mm	No. 4	4.75	0.187	1.54	.0606	4 mesh
4.00 mm	No. 5	4.00	0.157	1.37	.0539	5 mesh
3.35 mm	No. 6	3.35	0.132	1.23	.0484	6 mesh
2.80 mm	No. 7	2.80	0.111	1.10	.0430	7 mesh
2.36 mm	No. 8	2.36	0.0937	1.00	.0394	8 mesh
2.00 mm	No. 10	2.00	0.0787	.900	.0354	9 mesh
1.70 mm	No. 12	1.70	0.0661	.810	.0319	10 mesh
1.40 mm	No. 14	1.40	0.0555	.725	.0285	12 mesh
1.18 mm	No. 16	1.18	0.0469	.650	.0256	14 mesh
1.00 mm	No. 16	1.00	0.0394	.580	.0226	16 mesh
850 μm	No. 20	0.850	0.0331	.500	.0201	20 mesh
710 μm	No. 25	0.710	0.0278	.450	.0177	24 mesh
600 μm	No. 30	0.600	0.0234	.390	.0154	28 mesh
500 μm	No. 35	0.500	0.0197	.340	.0134	32 mesh
425 μm	No. 40	0.425	0.0165	.290	.0114	35 mesh
355 μm	No. 45	0.355	0.0139	.247	.0097	42 mesh
300 μm	No. 50	0.300	0.0117	.215	.0085	48 mesh
250 μm	No. 60	0.250	0.0098	.180	.0071	60 mesh
212 μm	No. 70	0.212	0.0083	.152	.0060	65 mesh
180 μm	No. 80	0.180	0.0070	.131	.0052	80 mesh
150 μm	No. 100	0.150	0.0059	.110	.0043	100 mesh
125 μm	No. 120	0.125	0.0049	.091	.0036	115 mesh
106 μm	No. 140	0.106	0.0041	.076	.0030	150 mesh
90 μm	No. 170	0.090	0.0035	.064	.0025	170 mesh
75 μm	No. 200	0.075	0.0029	.053	.0021	200 mesh
63 μm	No. 230	0.063	0.0025	.044	.0017	230 mesh
53 μm	No. 270	0.053	0.0021	.037	.0015	270 mesh
45 μm	No. 325	0.045	0.0017	.030	.0012	325 mesh
38 μm	No. 400	0.038	0.0015	.025	.0010	400 mesh

- (a) Estas designaciones standards corresponden a los valores para aberturas de tamices de pruebas recomendadas por la International Standard Organization, Ginebra, Suiza.
- (b) Estos tamices no están en la cuarta potencia de la Serie 2 pero han sido incluidas porque las mismas son de uso común.
- (c) Estos números (3 1/4 a 400) son los números aproximados de las aberturas por pulgada lineal pero se prefiere que el tamiz sea identificado por la clasificación standard en milímetros o μm. 1000 μm = 1mm

## 6.11 DESCRIPCION DE LOS ENSAYOS DE COAGULACION - FLOCULACION MEDIANTE LA " PRUEBA DE JARRAS "

### I- OBJETIVOS

Los objetivos de las experiencias con las pruebas de jarras son :

a.- Conocer las técnicas de control del proceso de coagulación - floculación por medio de ensayos realizados en laboratorio mediante un agitador mecánico de paletas (PRUEBAS DE JARRAS):

Esto será observando el comportamiento del agua cruda para diferentes condiciones de tratamiento y analizando los cambios físicos y químicos que ocurren en el agua durante el proceso.

b.- Establecer criterios para adoptar decisiones en cuanto al tratamiento más adecuado, según las distintas condiciones y calidad de un agua cruda.

Ahora bien, muchos factores influyen en la remoción de la turbiedad. Entre ellos podemos citar los siguientes :

- Eficiencia mezcla rápida
- Tiempo de mezcla rápida
- Eficiencia de la floculación
- Tiempo de la floculación
- pH



- Temperatura
- Alcalinidad
- Tipo de turbiedad
- Tipo de coagulante
- Dosis de coagulante
- Tipo de dosis del ayudante de coagulación

Estos factores pueden ser estudiados separadamente o combinados a través de las pruebas.

Algunos de estos estudios se presentarán a continuación:

- 1.- Determinación de dosis óptima de coagulantes  
Esta experiencia se realiza para diferentes condiciones de agua cruda en cuanto a turbiedad y para diferentes coagulantes.
- 2.- Determinación de condiciones de mezcla, mediante ensayos de segregación.
- 3.- Verificación del tiempo óptimo de floculación.
- 4.- Determinación de las características de sedimentación de los flocs.
- 5.- Determinación de la influencia en el proceso de las características de la solución del coagulante.
- 6.- Análisis de la influencia del agregado de cal u otros ayudantes de coagulación.  
Esto permite observar el comportamiento de

aguas crudas de diferente alcalinidad y a la vez el efecto de la cal como ayudante de coagulación.

- 7.- Observación de la influencia en el proceso del agregado de diferentes tipos y dosis de los ayudantes de la coagulación.

## II EQUIPOS Y OTROS

- 1.- Aparato para prueba de jarras "Jar Test"
- 2.- Turbidímetro
- 3.- Colorímetro
- 4.- pH metro
- 5.- Termómetro
- 6.- Cristalería
- 7.- Reactivos; solución de coagulantes y otros reactivos.

### DESCRIPCION DE EQUIPOS

- 1.- Aparatos de "pruebas de Jarras" : JAR TEST.  
El aparato de pruebas de jarras fue desarrollado entre 1918 y 1921 por Langelier y Baylis, separadamente consta básicamente de un agitador múltiple de velocidad variable que puede crear turbulencia simultáneamente en 6 vasos de precipitado de 1000 ó 2000 ml. (Veáse fig. ) con base iluminada.

En el mismo se trata de reproducir las condiciones en las cuales se produce la floculación en la planta de tratamiento. Sin embargo, dado el pequeño volumen (1 a 1 lts.) que los vasos precipitados contienen en comparación con el gran volumen de los tanques de floculación reales, a prueba de jarras constituye, una ligera reproducción del proceso que se efectúa en el prototipo. En una encuesta hecha por OCKERSHAUSEN en los Estados Unidos en 1965, se encontró que la prueba de jarras se usaba en 42 de las 45 plantas de tratamiento que contestaron el cuestionario, pero que sólo en el 50% de los casos de los resultados de las pruebas de jarras coincidían con los obtenidos en la planta.

Las razones para esto son de orden físico y químico. Los autores mencionan los siguientes entre otras.

(a) En los floculadores existe un flujo continuo, en cambio en las jarras no hay flujo.

Esto hace que en los primeros la masa de agua sufra un tratamiento desigual, debido a que parte de ella queda retenida durante largo tiempo, mientras

que otra parte para casi de inmediato. En cambio en la prueba de jarras el agua queda retenida durante todo el tiempo que dura el ensayo.

(b) La escala de las jarras no guarda relación con la escala del floc, por cuanto este se produce a escala natural y, en cambio, las jarras son cientos de veces más pequeñas que los floculadores. Por tanto la proporción entre la escala de la turbulencia que se produce en uno y otro caso y el tamaño del floc es diferente, lo que afecta la razón de aglutinamiento de las partículas.

(c) La dosificación de los coagulantes y la agitación de la masa de agua puede ser mucho mejor controlada en la prueba de jarras que en la planta de tratamiento.

No obstante estas diferencias, la prueba de jarras sigue siendo el mejor método de que hasta ahora disponemos para controlar la dosis correcta de sustancias químicas que deben aplicarse para coagular el agua.

Hay que tener en cuenta, sin embargo que el hecho de que la prueba de jarras sea un ensayo rutinario en la operación de las plantas, no significa que pueda ejecutarse

descuidadamente, lo que por desgracia suelen ser bastante común.

### ACESORIOS

**DOSIFICADOR:** Se realiza por medio de jeringas introduciéndolas por debajo del nivel del agua a presión para que ocurra una buena mezcla.

**SIFON :** Dispositivo para extraer muestras de agua del jarrest, de manera que esta se haga en la misma forma en todos los vasos, teniendo la misma velocidad de entrada, para así disminuir la posibilidad de arrastre de sedimentos. Para ello el sifón tiene una marca con el fin de indicar la profundidad de la cual se extraerá la muestra.

## 2.- TURBIDIMETRO

La medición de la turbiedad del agua después de floculada y sedimentada durante un cierto tiempo (turbiedad residual) suele considerarse como el parámetro más importante para caracterizar el proceso, puede hacerse con un turbidímetro de transmisión como el Hellige, o con uso de diseminación con el HACH modelo 2100 A. Cuando se trata de evaluar pequeños valores

de turbiedad, es preferible el uso de turbidímetro de diseminación o nefelométrico, por ser más precisos y sensibles, no dependiendo así del observador.

### 3. - COLORIMETRO

Con frecuencia existe más interés en tratar el remover el color que la turbiedad. En estos casos la medición del color residual del agua después de floculado y sedimentada por servir para caracterizar el ensayo.

El color puede medirse mediante comparación con el método del platino - cobalto o con equipos especiales/comparadores comerciales.

#### 4.- pH METRO

La medición del pH antes y después de la floculación tiene una importancia básica. Por tanto debe disponerse siempre de un sistema de medida del pH, ya sea por colorimetría o con electrodos.

Este último es preferible en la mayoría de los casos.

#### 5.- TERMOMETRO

La prueba de jarras debe realizarse en lo posible, a la misma temperatura que la tiene el agua en la planta de tratamiento.

Dejan los vasos con el agua sobre el iluminada de la base prendido o sobre un objeto caliente, afecta la temperatura y produce resultados variables e inconsistentes.

Por eso es conveniente tener un termómetro para medir la temperatura del agua antes de iniciar los ensayos y en la planta de tratamiento.

#### 6.- CRISTALERIA

Se necesitan seis (06) vasos de precipitado (jarras), preferentemente de 2000 CC cada

uno, aunque también puede usarse de 1000 cc. Hacer el ensayo con un mayor volumen de agua facilita la toma de muestras para la turbiedad residual y produce mejores resultados. Debe disponerse además de pepitas de 2 y 10 ml para la adición de coagulantes a los vasos, ó erlenmeyer de vidrio de 125 ó 250 CC con sus tapas y 1 bureta con su respectivo soporte para poder efectuar determinaciones de alcalinidad. Especial cuidado debe ponerse en la limpieza de la cristalería. Hay que evitar el uso de detergentes, ya que muchos tienen compuestos aniónicos, que si no son completamente eliminados de las paredes de vidrio, pueden alterar en forma significativa los resultados principalmente cuando se usan polímeros cationicos.

#### 7.- REACTIVOS

Los reactivos a usarse como coagulantes podrían ser : Sulfato de Aluminio, cloruro Férrico, polielectrolitos cationicos, polielectrolitos aniónicos, cal, estos dentro de los más conocidos.

- Los coagulantes Sulfato de Aluminio o Cloruro Férrico se preparan disolviendo o



disminuyendo 10 gr. en 100 ml. de agua destilada, con lo que se obtiene una solución del 10% que se puede conservar como solución patrón por unos dos meses.

El ensayo de pruebas de jarras, se hace diluyendo 10 ml. de la solución patrón hasta completar 100 ml. con agua destilada.

Queda una solución al 1% que no se puede conservar por más de 24 horas, pues corre el riesgo de hidrolizarse y perder buena parte de su capacidad de coagulación.

Cuando es necesario, debido a la baja alcalinidad de la muestra, hay que preparar una suspensión de cal añadiendo 10 gr. de cal en 1000 ml. de agua destilada. Esta suspensión siempre deberá ser agitada antes de usarse.

Una solución del 1% (10gr./lt) tiene 10,000 mgr. por 1 litro, o sea que cada ml. de esta solución tiene 10 ml. del producto.

Por lo tanto si se usan vasos de precipitado de 2000 ml. para el ensayo:

1 ml de solución ----- 5 mg/l de coagulante  
aplicado ó ppm.

Los polielectrolitos cationes o aniónicos :

Se preparan diluyendo o disolviendo 1 gramo de polielectrolito en 1000 ml. de agua destilada.

Esta solución al 0.1% guarda la siguiente relación:  
para vasos de 2000 ml.

1 ml. de solución ----- 0.5 mg/l  
ó 0.5 ppm de polielectrolito  
aplicado

La solución de polielectrolitos al 0.1% tiene una duración no mayor de 24 horas para los ensayos de pruebas de jarras.

- Reactivos para la detrmínación de alcalinidad

Se utiliza una solución de ácido sulfurico de 0.01N y como indicador el anaranjado de metilo al 0.05%.

Los resultados se expresa como carbonatos de calcio en mg/l.

### III SECUENCIA DE LA PRUEBA DE JARRAS

- 1.- Antes de todo debe determinarse la turbiedad, pH, color, la alcalinidad y el hierro y/o manganeso.
- 2.- Colocar en los vasos de 2000 ml., la muestra bien homogenizada. Se pone en marcha los agitadores/paletas de acero inoxidable de X cm) a 100 r.p.m.
- 3.- Inyección del coagulante por medio de jeringa o pipeta, profundamente dentro del líquido, junto a las paletas. No debe dejarse caer la solución del coagulante en la superficie del agua, pues esto desmejora la eficiencia de la mezcla rápida. La mezcla rápida a 100 r.p.m. suele hacerse durar entre 30 a 90 segundos. Esto produce una mezcla completísima, muy semejante a la que se obtiene en un salto hidráulico.
- 4.- Una vez completando el tiempo de mezcla rápida se procede a disminuir la velocidad de rotación de las paletas de 30 a 60 r.p.m. (promedio 40 r.p.m.) y se deja flocular durante 10 a 30 minutos los floculos formados o durante el tiempo teórico de retención que exista en la unidad de la planta de tratamiento.
- 5.- Luego se suspende la agitación, levantando las paletas y dejando sedimentar los flóculos

formados durante el tratamiento del agua.

#### 6.- Determinaciones

##### TAMAÑO DEL FLOC PRODUCIDO :

Se observa el tamaño del floc producido y se le evalúa cualitativamente de acuerdo a sus características puede expresarse el tamaño del floc en milímetros o según el índice de Willcomb. Se escoge como dosis óptima la de la jarra que produce una partícula más grande de mayor velocidad de asentamiento aparente y que deje ver el agua más cristalina entre los flóculos.

## INDICE DE FLOCULACION DE WILLOCOMB

---

NUMERO DEL INDICE	DESCRIPCION
0	Floc coloidal. Ningún signo de
2	aglutinación visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.
4	Disperso Floc bien formado pero uniformemente distribuido (sedi- menta muy lentamente o no sedimen- ta).
6	Claro Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con len- titud.
8	Buena Floc que se deposita fácil- mente pero no completamente.
10	Excelente Floc que se deposita todo dejando el agua cristalina.

---

Esta determinación es bastante subjetiva y depende del criterio del observador.

### TIEMPO INICIAL DE FORMACION DEL FLOC

Determinar en segundos el tiempo que tarda en aparecer el primer indicio de formación del floc es uno de los sistemas para cuantificar la velocidad de la reacción. La iluminación de la base del agitador ayuda en esta determinación, que ni aún así suele ser final, pues el floc cuando recién se forma suele ser incoloro. Por otra parte del floc que se forma más rápido necesariamente es el mejor.

En esta evaluación debe tenerse en cuenta la diferencia de tiempo con que se agregaron los coagulantes a los vasos de precipitados. Si no se dispone de un sistema de aplicación simultáneo que vierta la solución en las seis jarras al mismo tiempo.

### DETERMINACION DE pH, ALCALINIDAD, COAGULANTE Y TURBIEDAD Y/O COLOR RESIDUAL

La determinación de estos parámetros se hace 10 a 20 minutos después de suspendida la agitación se deja sedimentar los floculos formados durante este tiempo y se extrae el sobrenadante con una pipeta volumétrica de 50ml. o con el sifón anteriormente mencionado, manteniendo una profundidad constante.

A la muestra así extraída se le determina el pH, la alcalinidad, la turbiedad y/o el color, el contenido de coagulante, feno y/o manganeso residual.

La dosis que produzca la más baja turbiedad residual y la mayor precipitación de flóculos, de preferencia dentro del rango de pH óptimo (6.0 a 8.0) sin consumir demasiada alcalinidad (30mg/l) suele considerarse como la mejor.

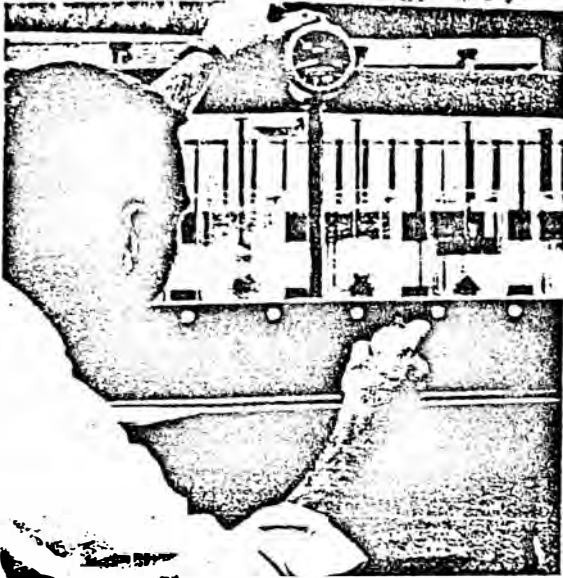
Los datos anteriores del agua sedimentada se registran en la baja de evaluación de prueba de jarras que se inserta adjunto.

En dicha hoja se anotan todos los datos referentes al agua cruda que tengan relación con el problema que se propone estudiar.

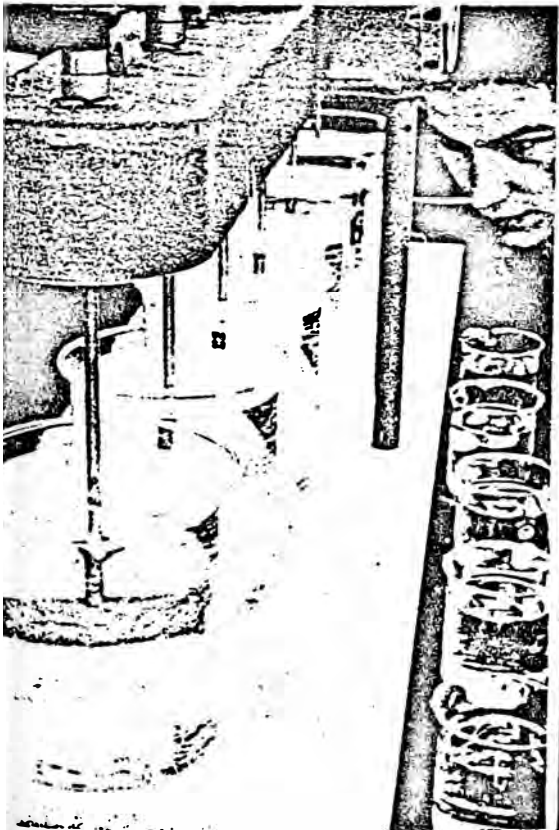
Debe también hacerse constar los tipos de coagulantes, alcalinizantes, ayudantes de coagulación y todos los productos químicos utilizados con sus dosis respectivas.

En observaciones se anotan los siguientes datos:

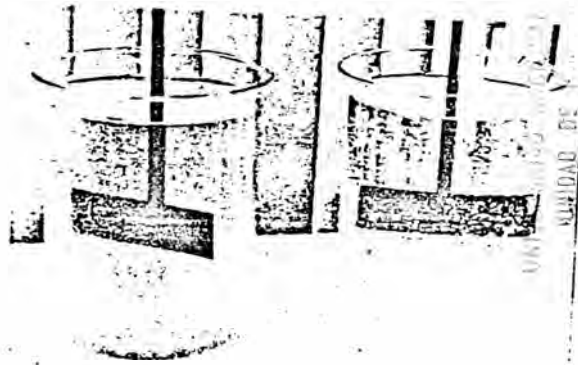
- a.- Orden y adición de productos químicos.
- b.- Tiempo y velocidad de mezcla rápida para cada prueba
- c.- Tiempo de sedimentación



Jar Test helps in selection of the most effective Coagulant Aid.



Dosages of 0.1 to 1.0 ppm Coagulant Aid 253 along with other coagulant materials should be investigated in jar tests to help determine optimum feed rate.



Jar test shows how Coagulant Aid 233 improves the settling rate of suspended solids. Sample in beaker at left contains 25 ppm alum; sample at right 25 ppm alum plus 0.5 ppm Coagulant Aid 233.

The photo above was taken after the samples were stirred 5 minutes @ 100 rpm, 5 minutes @ 50 rpm and 6 minutes @ 20 rpm.

The photo below compares results after an additional 4 minutes stirring @ 20 rpm and 1½ minutes of settling.



BIBLIOTHECA



6.12 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

6.12.1 PROPIEDADES FISICAS DEL CLORURO DE POLIVINILO

<u>PROPIEDAD</u>	<u>MAGNITUD</u>
Densidad Relativa	1.20-1.55
Conductividad Térmica Btu/(h) (pie) (°F)	0.07-0.10
Modulo de Elasticidad en Tensión $10^5$ /lb/pulg <sup>2</sup>	0.004-0.03
Resistencia a la Fracción 1000 (lb/pulg <sup>2</sup> )	1 - 35
Temp.Máx. Recomendada de Servicio °F	150 - 220

6.12.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA RESINA EPOXICA  
REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO

<u>PROPIEDAD</u>	<u>MAGNITUD</u>
Conductividad térmica Btu/(h) (pie) (°F)	0.15
Resistencia a la tracción, psi	40000
Dureza Rockwell	M 100
Resistencia a los impactos, lb-pie/pulg	12
Módulo de elasticidad en flexión, psi	30 * 10 <sup>6</sup>
Resistencia a la flexión, psi	65000
Resistencia a la flexión, psi	45000

### 6.12.3 PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DE ACERO

#### INOXIDABLE 304

<u>PROPIEDADES MECANICAS :</u>	MAGNITUD
Resistencia a la cedencia (0.20% de desviación), 1000 psi	30
Resistencia a la tracción, 100 psi	85
Elongación en 2 pulg, %	62
<u>PROPIEDADES FISICAS</u>	
Dureza, Brinell	160
Densidad, lb/pulg <sup>3</sup>	0.29
Densidad relativa	8.02
Punto de fusión, °F	2550-2560
Calor Específico (32°-212°F), BTU/(lb) (°F)	0.12
Coefficiente de dilatación térmica (32°-212°F) * 10 <sup>-6</sup> pulg/(pulg) (°F)	9.6
Conductividad térmica (32°-212°F), BTU/(h) (pie) (°F)	113
Resistencia eléctrica (68°F) ohms/mil cir.pie	435
Módulo de cedencia de elasticidad * 10 <sup>6</sup> lb/pulg <sup>2</sup>	28

#### 6.12.4 PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL ACERO

##### INOXIDABLE 316

<u>PROPIEDADES MECANICAS</u>	<u>MAGNITUD</u>
Resistencia a la cedencia (0.2% de desviación), 1000 psi	30
Resistencia a la Tracción, 1000 psi	90
Elongación en 2pulg, %	50
 <u>PROPIEDADES FISICAS</u>	
Dureza, Brinell	165
Densidad, lb/pulg <sup>3</sup>	0.29
Densidad Relativa	8.02
Punto de Fusión, °F	2500-2550
Calor Específico (32°-212°F), Btu/(lb) (°F)	0.12
Coeficiente de Dilatación Térmica (32-212°F) x 10 <sup>-6</sup> pulg/(pulg) (°F)	8.9
Conductividad Térmica (32°-212°F) Btu/(h) (pie) (°F)	113
Resistividad Eléctrica (68°F) ohms/mil cir.pie	445
Módulo de Cedencia de Elasticidad x 10 <sup>6</sup> lb/pulg <sup>2</sup>	28

#### 6.12.5 PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL POLIETER

Densidad Relativa	1.30-1.45
Conductividad Térmica BTU/(h) (pie) (°F)	0.12
Coefficiente de Dilatación Térmica $10^{-6} / ^\circ\text{F}$	2.8 -5.6
Calor Específico, Btu/(lb)(°F)	0.26-0.55
Módulo de Elasticidad en Tensión $10^6$ lb/pulg <sup>2</sup>	2 - 3
Resistencia a la Tracción, 1000 lb/pulg <sup>2</sup>	4.5 - 7
Dureza RockKwell	M92- 118
Resistencia a la Flexión 1000 lb/pulg <sup>2</sup>	6 - 14
Temperatura max Recomendada de Servicio, °F	300

DEL NUMERO DE FROUDE

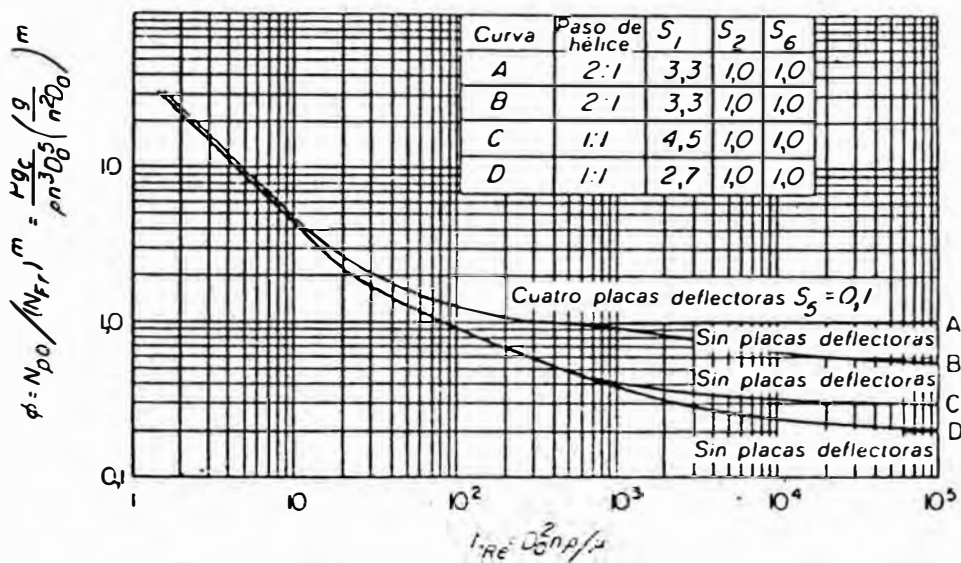


Fig. 9-15. Función de potencia  $\phi$  frente a  $N_{Re}$  para agitadores de hélice de tres palas. (Rushton, Costich y Everett ".)

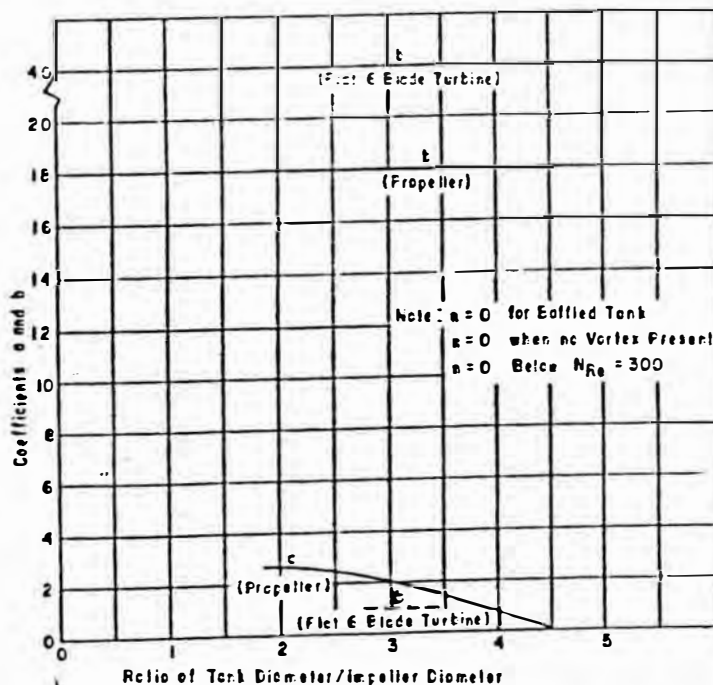


Figure 5-13. Factors in Froude number exponent, n. (Courtesy J. H. Rushton, E. W. Costich, H. J. Everett, "Chem. Engr. Prog." 46, No. 9, p. 467, 1950).

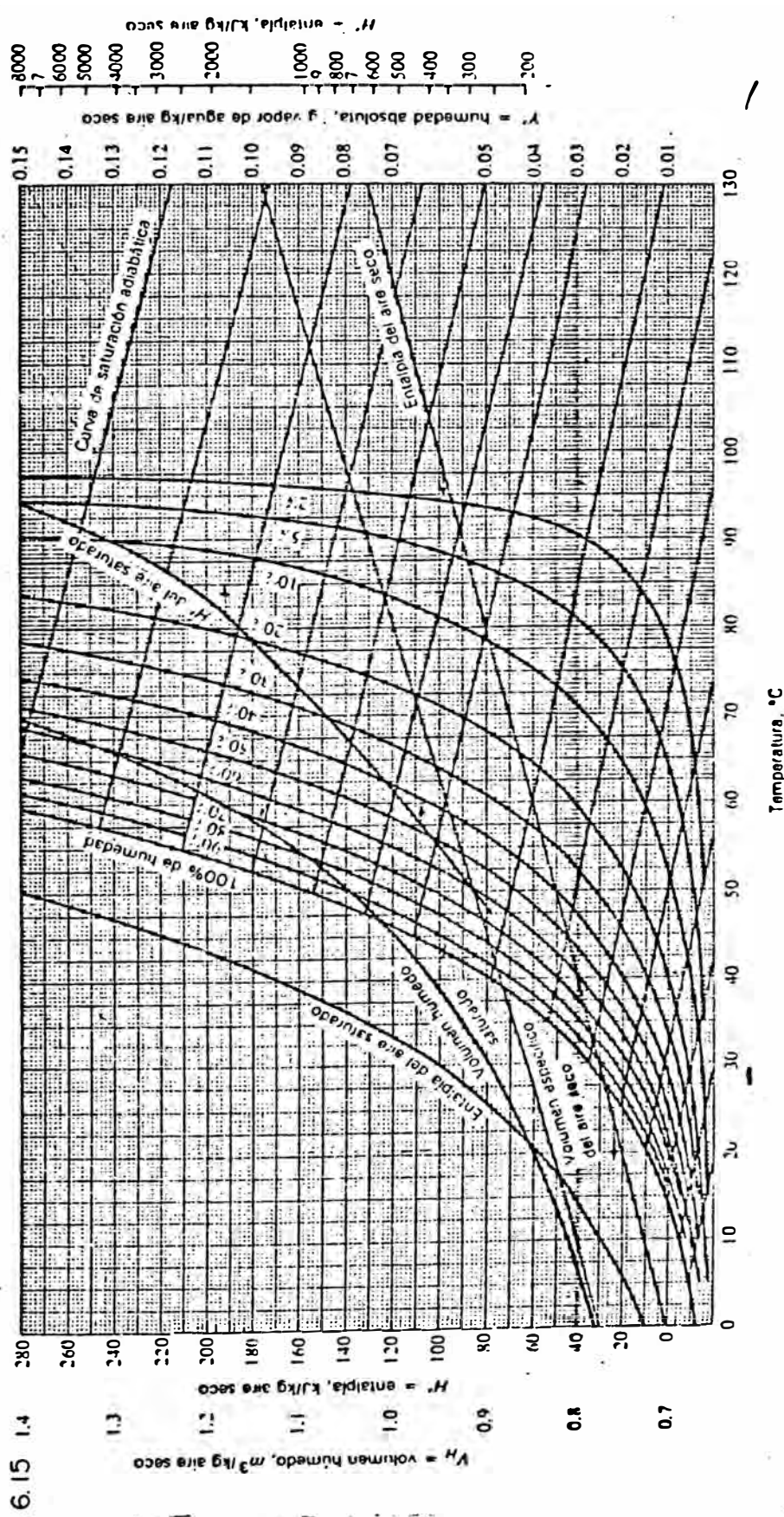
Tabla 19-25. Selección de filtros: características de la lechada\*

	Filtración rápida	Filtración media	Filtración lenta	Diluida	Menos diluida
<b>Características de la lechada</b>					
Velocidad de formación de torta	pulg. s	pulg. min	0.05-0.25 pulg. min	<0.05 pulg. min	Sin torta
Concentración habitual de sólidos	>20%	10-20%	1-10%	<5%	<0.1%
Velocidad de asentamiento	Muy rápida	Rápida	Lenta	Lenta	
Velocidad de prueba de hojas (lb./h/ft <sup>2</sup> )	>500	50-500	5-50	<5	
Velocidad de filtración (gal./min/ft <sup>2</sup> )	>5	0.2-5	0.01-0.02	0.01-2	0.01-2
<b>Filtros</b>					
<b>Continuos al vacío</b>					
de tambor de compartimentos múltiples	X	X	X		
de tambor de compartimento simple	X				
Dorrico	X				
de alimentación superior	X				
de mesa horizontal	X	X			
de bandas verticales	X	X			
de banda horizontal	X	X			
de discos		X	X		
predecantados				X	X
de hojas al vacío por lotes		X	X	X	X
Filtro de succión por lotes	X	X	X	X	X
<b>Filtros de presión por lotes</b>					
de placas y marcos		X	X	X	X
hojas verticales		X	X	X	X
tubulares		X	X	X	X
de placa horizontal	X	X	X	X	X
de bandeja por cartucho					X
<b>Filtros de presión continua</b>					
tambor		X	X		
fin		X	X	X	
predecantado				X	X

\*Adaptado de Perry y Chilton, *Chem. Eng. Tab. 40 (1971)*.

Tabla 19-28. Factores que afectan la selección del tipo de filtro y el carácter de las pulpas manejadas.

Materiales típicos	Carácter	Pulg. de Hg de vacío o lb. de presión	Capacidad aproximada del filtro, lb./pie <sup>2</sup> /día	Tipo de filtro apropiado		
				De placas y marcos	De tipo de cazo	Continuo, al vacío
Lodo de cenizas	Materiales de cenizas molidos finamente	16-25 pulg.	400-2 000			X
Concentrados en filtración	Materiales sólidos finamente	16-25 pulg.	400-1 800			X
Arena y concentrados por gravedad	Materiales metálicos y no metálicos, casi libres de limo	2-6 pulg.	10 000-70 000			X
Lechada de cemento	Expuestos y caliza finamente molidos o arena, etc.	16-25 pulg.	400-2 000			X
Paño y papel	Fibras de filtración libre	6-20 pulg.	200-1 200 y 1 1/2-20 gal. de agua/pie <sup>2</sup> /min			X
Cristales, sales, etc.	Granular, cristalino	2-6 pulg.	3 000-12 000			X
Clarificación de licor de caña de azúcar, lechada, etc.	Jarales y sólidos con bajo porcentaje de sólidos con arena de la filtración	40-50 pulg.	36-1 400 gal./pie <sup>2</sup> /día	X	X	
Pigmentos	Molinos, pagones, divididos finamente, se cristaliza	20-27 pulg. 40-50 lb. 22-24 pulg.	200-500 Operación por lotes 25 a 250	X	X	X
Lechada de agua de acetaminado	Resaca y limo	22-24 pulg.	25 a 250	X	X	X
Barriles	Líquido carbonoso y viscoso; se utiliza el filtro para clarificar; se filtra en caliente	15-18 lb.	5 gal./pie <sup>2</sup> /h	X		
Asfalto mineral, con arena o sin ella	Resaca de arcilla Naasomera de los productores petroleros. Se utiliza de 1 a 20% de arcilla	50 lb. de presión máxima	3-30 gal./pie <sup>2</sup> /h (resaca lubricantes) 25-75 gal./pie <sup>2</sup> /h (gasolina)		X	
Desechos de caña	Fibras vegetales y jugo de caña					X



Temperatura, °C

(ii)

Figura 7.5(e) Carta psicrométrica para el alre-vapor de agua, l. ním std abs., en unidades SI.





6-36 BOMBEO DE LÍQUIDOS Y GASES

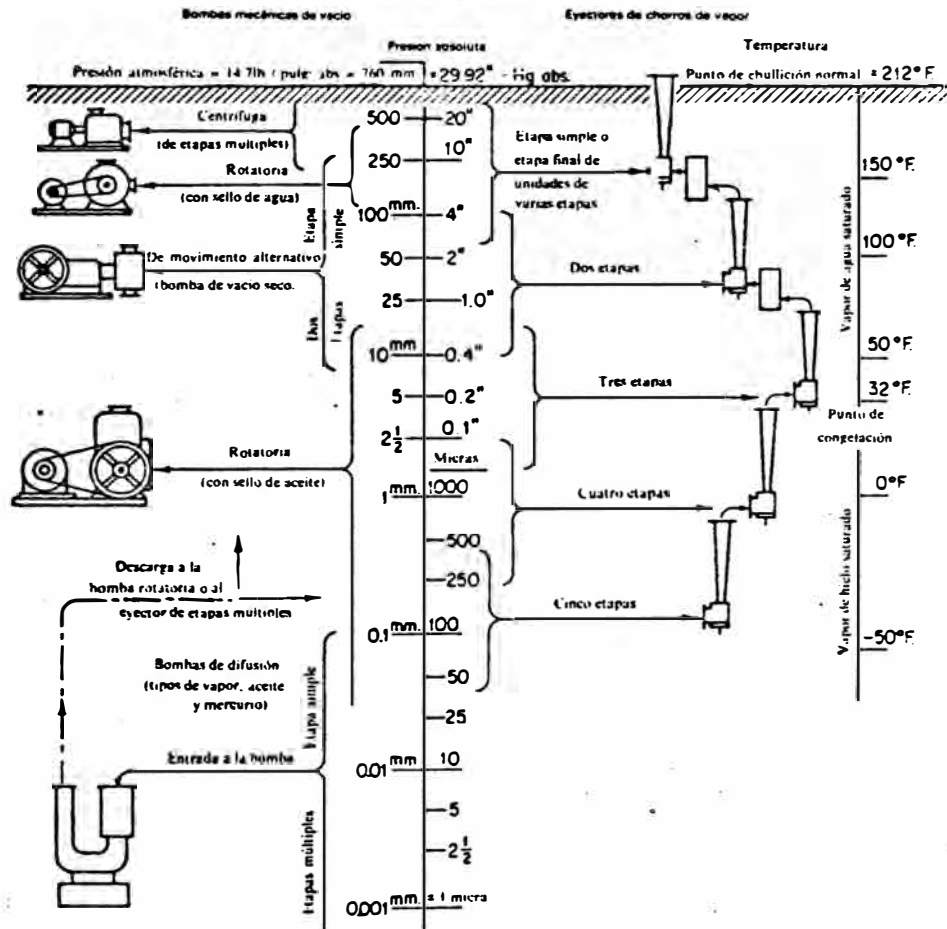


Figura 6-76. Niveles de vacío que se pueden alcanzar con varios tipos de equipos. (Con la autorización de Compressed Air Magazine).

6.17

## DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE ACERO NORMALES. (ASA STANDARDS B36.10-1939)

Tamaño nominal del tubo en pig	Diámetro exterior en pig	Cédula No.	Espesor de la pared en pig	Diám Interior en pig	Área de la sección transversal del metal en pig <sup>2</sup>	Área de la sección interna en piec <sup>2</sup>	Circunferencia en pies, o superficie pies <sup>2</sup> /pies de longitud	
							Externa	Interna
1/8	0.405	40	0.068	0.269	0.072	0.00040	0.106	0.0705
		80	0.095	0.215	0.093	0.00025	0.106	0.0563
1/4	0.540	40	0.088	0.364	0.125	0.00072	0.141	0.0954
		80	0.119	0.302	0.157	0.00050	0.141	0.0792
3/8	0.675	40	0.091	0.493	0.167	0.00133	0.177	0.1293
		80	0.126	0.423	0.217	0.00098	0.177	0.1110
1/2	0.840	40	0.109	0.622	0.250	0.00211	0.220	0.1630
		80	0.147	0.546	0.320	0.00163	0.220	0.1430
3/4	1.050	40	0.113	0.824	0.333	0.00371	0.275	0.2158
		80	0.154	0.742	0.433	0.00300	0.275	0.1942
1	1.315	40	0.133	1.049	0.494	0.00600	0.334	0.2745
		80	0.179	0.957	0.639	0.00469	0.334	0.2505
1 1/4	1.660	40	0.140	1.380	0.669	0.01045	0.425	0.362
		80	0.191	1.278	0.881	0.00891	0.425	0.335
1 1/2	1.900	40	0.145	1.610	0.799	0.01414	0.498	0.422
		80	0.200	1.500	1.068	0.01225	0.498	0.393
2	2.375	40	0.154	2.067	1.075	0.02130	0.600	0.542
		80	0.218	1.939	1.477	0.01790	0.600	0.508
2 1/2	2.875	40	0.203	2.469	1.704	0.03322	0.753	0.647
		80	0.276	2.323	2.254	0.02942	0.753	0.609
3	3.500	40	0.216	3.068	2.228	0.05130	0.917	0.804
		80	0.300	2.900	3.016	0.04587	0.917	0.760
3 1/2	4.000	40	0.226	3.548	2.680	0.06870	1.047	0.930
		80	0.318	3.364	3.678	0.06170	1.047	0.882
4	4.500	40	0.237	4.026	3.173	0.08840	1.178	1.055
		80	0.337	3.826	4.407	0.07986	1.178	1.002
5	5.563	40	0.258	5.047	4.304	0.1390	1.456	1.322
		80	0.375	4.813	6.112	0.1263	1.456	1.263
6	6.625	40	0.280	6.065	5.584	0.2006	1.734	1.590
		80	0.432	5.761	8.405	0.1810	1.734	1.510
8	8.625	40	0.322	7.981	8.396	0.3474	2.256	2.090
		80	0.500	7.625	12.76	0.3171	2.256	2.000
10	10.75	40	0.365	10.020	11.90	0.5475	2.814	2.620
		80	0.593	9.564	18.92	0.4989	2.814	2.503
12	12.75	40	0.406	11.938	15.77	0.7773	3.338	3.13
		80	0.687	11.376	26.03	0.7058	3.338	2.98

## 6.18 CALCULOS DEL DIAMETRO DE TUBERIAS

### 6.18.1 TUBERIA DE REDIRCCULACION

$$\begin{aligned} \text{Flujo de Raff} &= 536 \text{ GPM} = 0.00510 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \\ &= 0.111 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}} \end{aligned}$$

$$\delta \text{Raff evaporado} = 1.3 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 81.08 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

Considerando flujo turbulento:

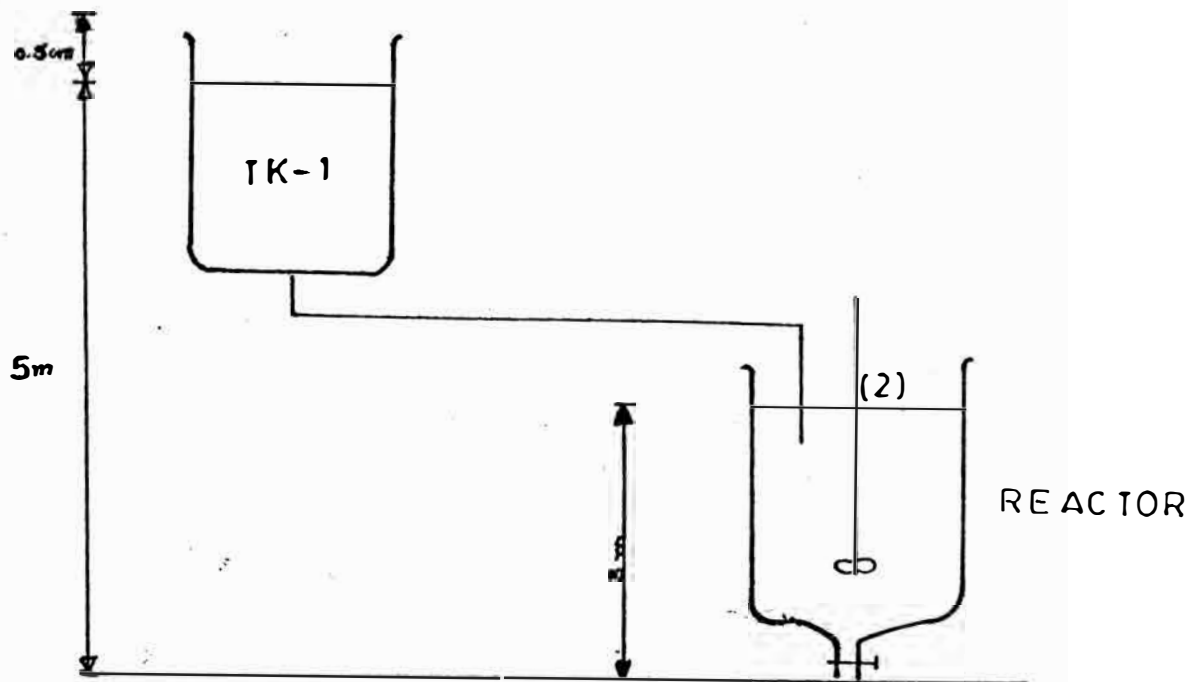
$$D_{opt} = 38(0.111)^{0.45} * (81.08)^{0.12} = 2.46 \text{ pulg.}$$

Cálculo del Número de Reynolds.

$$NRe = \frac{438}{\pi D u} = \frac{4(0.111)(81.08)(12)}{\pi(2.46)(6.72 * 10^{-4})} = 6318$$

Como  $NRe > 2100$  entonces la suposición de flujo turbulento es correcta y, el diámetro óptimo es 2.5 pulg. ced. 40.

### 6.18.2 TUBERIA DEL TK-1 AL REACTOR



Balace de Energia mecánica en los puntos (1) y (2)

$$\frac{P_1}{\delta g} + \frac{\sigma_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\delta g} + \frac{\sigma_2^2}{2g} + Z_2$$

$$P_1 = P_2 = \text{Atmosférica}$$

$$\sigma_1 = 0$$

$$Z_1 = 5.0$$

$$Z_2 = 3.0$$

$$\sigma_2 = (Lg(z_1 - z_2))^{1/2} = (2(9.8)(4.9))^{1/2}$$

$$= 6.3 \text{ m/s}$$

Seleccionando una tubería cédula Nro 40, de tamaño nominal 1 1/2 pulg

Se tiene :

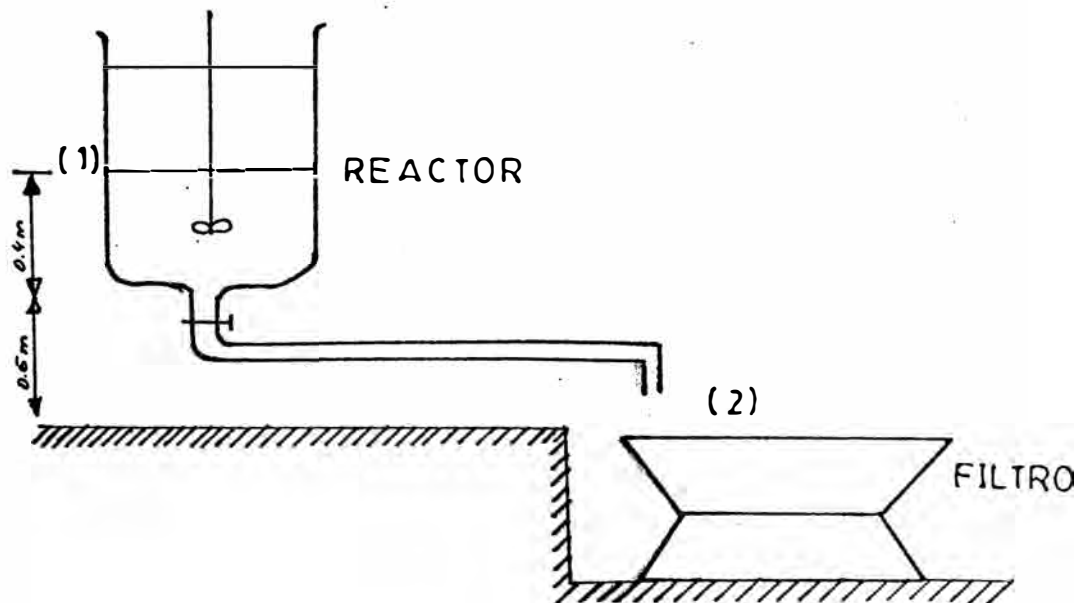
$D_{int} = 1.610$  pulg

$A = 0.0013m^2$

$Q = v_2 * A = 6.3(0.0013) = 0.0081m^3 /s = 130$  GPM

Flujo apropiado para llenar los reactores en los que se utiliza 108 galones de Raff evaporado por batch. Luego la tubería es 01.5"ced.40

### 6.18.3 TUBERIA DEL REACTOR AL FILTRO



Realizando un balance de energía mecánica entre los puntos (1) y (2) se tiene:

$$\sigma_2 = (2g(Z_1 - Z_2))^{1/2} = (2 * 9.8(0.9))^{1/2}$$

$$= 4.2 \text{ m/seg}$$

Siendo la tubería de plástico de 2 pulg. de diámetro interno

$$Q = \sigma * A = 4.2 * 0.002 = 0.0084 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$= 133 \text{ GPM}$$

Flujo adecuado para vaciar la mezcla de los reactores (112gal)

#### 6.19 CALCULO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

##### EVAPORACION

La energía eléctrica utilizada por la bomba (B-1) para la recirculación del Raff es la siguiente:

$$\text{E.E./día} = \frac{0.75}{0.7} \frac{1 \text{ Kw}}{1.341 \text{ HP}} * 10 \text{ h} = 8 \text{ Kw-h}$$

##### REACCION:

La energía eléctrica utilizado por los motores para la agitación de la mezcla es:

$$\text{E.E./reactor} = \frac{0.25}{0.7} \frac{1 \text{ Kw}}{1.341 \text{ HP}} * 1 \text{ h} = 0.27 \text{ Kw-h}$$

$$\text{E.E./batch} = 0.27 \text{ Kw-h} * 4 \text{ reactores} = 1.1 \text{ Kw-h}$$

$$\text{E.E./día} = 1.1 \text{ Kw-h} * 4 \text{ batch} = 4.4 \text{ Kw-h}$$

## FILTRACION:

La energía utilizada por la bomba de vacío es:

$$E.E./filtro = \frac{1.5 \text{ HP}}{0.7} \cdot \frac{1 \text{ KW}}{1.341 \text{ HP}} \cdot \frac{20}{60} = 0.53 \text{ Kw-h}$$

$$E.E./batch = 0.53 \text{ Kw-h} * 4 \text{ filtro} = 2.12 \text{ Kw-h}$$

$$E.E./día = 2.12 \text{ Kw-h} * 8 \text{ batch} = 17.0 \text{ Kw-h}$$

$$E.E.\text{total}/día = E.E./\text{Evaporación} + E.E./\text{Reacción} \\ + E.E./\text{filtración}$$

$$\text{Energía Eléctrica total}/día = 29.4 \text{ Kw-h}$$

## 6.20 CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA

Este consumo está referido al agua que se utiliza para el lavado de los filtros:

$$\text{Volúmen de agua}/\text{batch} = 24 \text{ gal}/\text{filtro} * 4 \text{ filtro} * \\ 3.78 * 10^{-3} \text{ m}^3 / 1 \text{ gal} \\ = 0.363 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agua}/\text{día} = 0.363 \text{ m}^3 * 4 \text{ batch} = 1.45 \text{ m}^3$$



6.21 REFERENCIA SOBRE LOS VENEDORES

FILTROS Y REACTORES

"COVERAS HNOS."

E. Habich No. 577, Urb. Ingeniería, Telf. 654655

Sr. Ivan Coveñas.

IMPULSORES

"MAESTRANZA INDUSTRIAL S.A." (MAENSA)

Las Vegas No. 255, Zona Industrial de San Juan de  
Miraflores

Telfs. 676605 - 678206

Sr. Walter del Castillo

MEDIO FILTRANTE

"SOUTH PACIFIC INDUSTRIAL SUPPLIES S.A." (SPISA)

Av. República de Panamá No. 2131, Telf. 704656

Sr. Enrique Móstiga.

BOMBAS DE VACIO

"SERVICIO TARAZONA S.A."

Av. Alfonso Ugarte No. 796, Telf. 246245

Sra. Elvira de Tarazona

BOMBAS CENTRIFUGAS

"HIDROSTAL"

Portada del Sol No. 722, Zárate, Telf. 812920

Ing. Mendieta.

MOTORES

"DELCROSA"

Av. Argentina No. 1515, Lima Telf. 310677

Sr. Raúl Chalán.

TANQUES

"MAQUINARIA MINERA S.A."

Otto Kieffer No. 250, Urb. Industrial La Chalasca,  
Callao.

Telf. 299112

Sr. Luis López.

Créditos FONCAP, FIRE, BID/377 y FRAI:  
Créditos Desembolsados total o parcialmente al 30.09.84:

- Sujetos al Sistema de Reajuste de Deudas
    - Hasta 360 días ..... 4.0 %
    - De 361 a 719 días ..... 10.0 %
    - De 720 a más días ..... 16.0 %
  - No Sujetos al Sistema de Reajuste de Deudas
    - Hasta 360 días ..... 43.5 %
    - De 361 a 719 días ..... 50.5 %
    - De 720 a más días ..... 57.0 %
- Créditos Desembolsados después de 30.09.84:
- Sujetos al Sistema de Reajuste de Deudas
    - Hasta 360 días ..... 4.0 %
    - De 361 a 719 días ..... 10.0 %
    - De 720 a más días ..... 16.0 %

b. Operaciones Interbancarias, en términos nominales, por todo concepto ..... 43.0 %

3. Operaciones del Banco Central de Reserva con las Instituciones del Sistema Financiero:

- a. Bancos Comerciales incluido los Bancos Regionales, la Caja de Ahorros de Lima, Bancos Privados de la Industria de la Construcción y Empresas Financieras. (Tasa de Redescuento) ..... 41.5 %
- b. Banco Agrario del Perú ..... 29.5 %
- c. Banco Industrial del Perú ..... 32.0 %
- d. Banco Minero del Perú ..... 32.0 %
- e. Banco de la Nación ..... 32.0 %
- f. COFIDE ..... 32.0 %
- g. Créditos Promocionales
  - Crédito Regional Selectivo ..... 43.0 %
  - Crédito Selectivo Agrario ..... 43.0 %
  - Crédito de Consolidación Industrial ..... 43.0 %
  - Crédito de Fomento Agropecuario ..... 3.0 %
  - COFIDE: PROPEM ..... 41.5 %
- h. Fondos de Encaje mantenidos en este Banco Central:

Sistema Bancario:

- Encaje Exigible ..... 31.0 %
- Fondos en Exceso
  - Hasta 4 % de encaje exigible ..... 31.0 %
- Empresas Financieras:
  - Encaje Exigible ..... 39.5 %
  - Fondos en Exceso
    - Hasta 4 % del encaje exigible ..... 39.5 %

4. Créditos entre Personas Ajenas al Sistema Financiero (Código Civil Art. 1242 y 1243):

Las tasas efectivas máximas serán las que se indican en los puntos 1.a.i.) y 1.a.ii), según corresponda. En los préstamos de dinero entre personas ajenas al Sistema Financiero no está permitido el cobro de comisiones u otros cargos. No están comprendidos en esta limitación los saldos de precio diferido en las ventas de bienes muebles e inmuebles, en los cuales es de aplicación adicionalmente, la comisión que se establezca de acuerdo al dispositivo legal correspondiente.

Tasa Efectiva de Interés Moratorio:

(Art. 1242 y 1243 del Código Civil)  
La tasa efectiva de interés moratorio es de .. 9.6 %  
El interés moratorio se cobra sólo cuando se haya pactado y únicamente sobre el monto de la deuda correspondiente al capital impago, cuyo plazo esté vencido. El interés moratorio se computa y cobra a partir de la fecha en que el deudor incurra en mora, sin perjuicio del cobro del interés convencional compensatorio y de las comisiones autorizadas y pactadas que se cobran sobre el saldo del capital impago, aun cuando el plazo no esté vencido o, en su caso, sin perjuicio del interés legal.

Por tanto, en los casos en que la devolución del préstamo se efectúe por cuotas, el cobro del interés moratorio procede únicamente sobre la parte correspondiente al capital de las cuotas vencidas e impagas, mientras se mantenga en esta situación.

Tasa efectiva de Interés Legal:

- (Art. 1244 y 1245 del Código Civil)
1. Operaciones No Sujetas al Sistema de Reajustes de Deudas:
    - Plazo hasta 360 días ..... 55.0 %
    - De 361 a 719 días ..... 65.0 %
    - De 720 a más días ..... 75.0 %
  2. Operaciones Sujetas al Sistema de Reajuste de Deudas:
    - Plazo hasta 360 días ..... 6.0 %
    - De 361 a 719 días ..... 13.0 %
    - De 720 a más días ..... 20.0 %

3. Depósitos en Consignación Banco de la Nación (Art. 1252 del Código Civil) ..... 42.5 %

D. Tasas de Interés para los fines del Art. 154 de la Ley de Bancos:

La tasa efectiva de interés por todo concepto, para los fines del Art. 154 de la Ley de Bancos, es igual a la tasa máxima de Interés Convencional Compensatorio correspondiente a las Operaciones Activas entre Instituciones del Sistema Financiero y los Usuarios Finales, en función del plazo.

## II. MONEDA EXTRANJERA

A. Tasa de Interés Convencional Compensatorio

1. Operaciones entre Instituciones del Sistema Financiero y Usuarios Finales.

a. Operaciones Activas:

i. Operaciones de Crédito Directo, en cualquiera de sus modalidades, financiadas con recursos internos o externos en términos efectivos por todo concepto:

- Dólares de los Estados Unidos de América ..... 15.00 %
- Otras monedas autorizadas en el MUC
  - Marco Alemán ..... 11.75 %
  - Chelin Austriaco ..... 13.25 %
  - Franco Belga ..... 16.50 %
  - Dólar Canadiense ..... 16.00 %
  - Corona Danesa ..... 15.00 %
  - Franco Francés ..... 19.50 %
  - Florin Holandés ..... 12.75 %
  - Libra Esterlina ..... 18.50 %
  - Yen japonés ..... 13.75 %
  - Corona Noruega ..... 19.50 %
  - Corona Sueca ..... 19.25 %
  - Franco Suizo ..... 11.00 %
  - Lira Italiana ..... 23.25 %
  - Bolívar Venezolano ..... 19.00 %

ii. Créditos FONCAP, FIRE, BID/377 y FRAI, por todo concepto. .... 14.00 %

iii. Créditos FONEX, las tasas dependen del plazo del crédito, de acuerdo a la estructura que se señala en el punto 2.b siguiente, incrementadas en no más de tres puntos porcentuales en el caso de intervención de intermediarios financieros nacionales.

iv. Créditos de Fomento de Exportación No Tradicionales:

- Créditos sin Advance Account ..... 6.0 %
- Créditos con Advance Account ... 1.0 %

b. Operaciones Pasivas

i. Depósitos a la Vista y Plazo: 3.5 puntos porcentuales por debajo de la tasa LIBOR menor a la cual se ofrezca depósitos en dólares de los Estados Unidos de América a tres meses de plazo, en el mercado interbancario de Londres, aproximadamente a las 11:00 horas y de acuerdo con el teletipo de la Agencia REUTERS.

2. Operaciones entre Instituciones Financieras:

- a. Crédito FONCAP, FIRE, BID/377 y FRAI: .. 11.0 %
- b. Créditos FONEX: la tasa de interés a cobrar a los intermediarios financieros depende del plazo del crédito, de acuerdo a la siguiente estructura:
  - Hasta dos años ..... 6.0 %
  - Hasta cinco años ..... 7.0 %
  - Hasta diez años ..... 8.0 %
- c. Operaciones Interbancarias ..... 14.0 %

3. Operaciones entre el Banco Central de Reserva y el Sistema Financiero

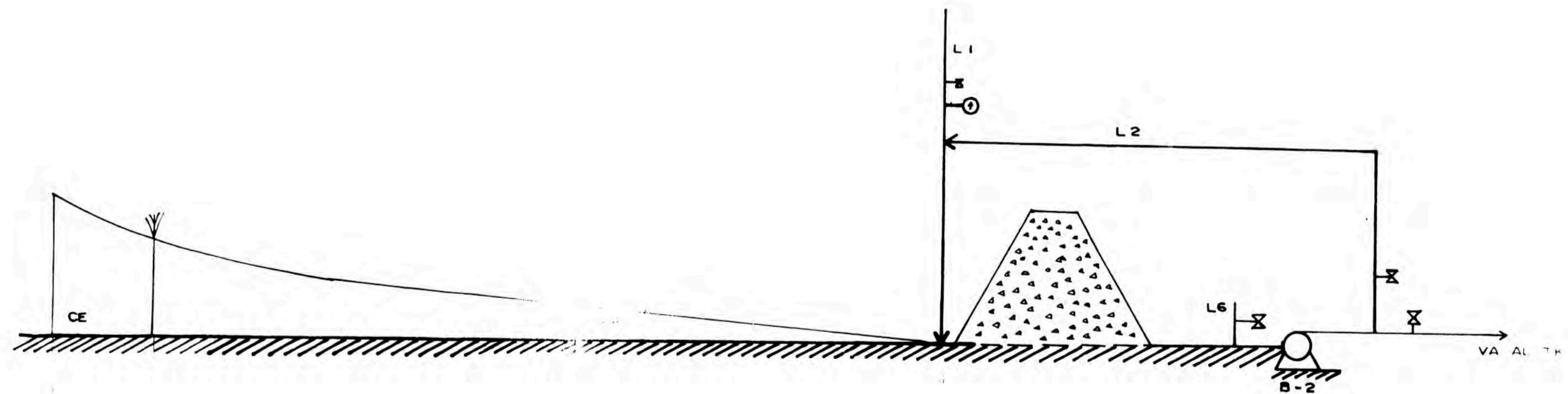
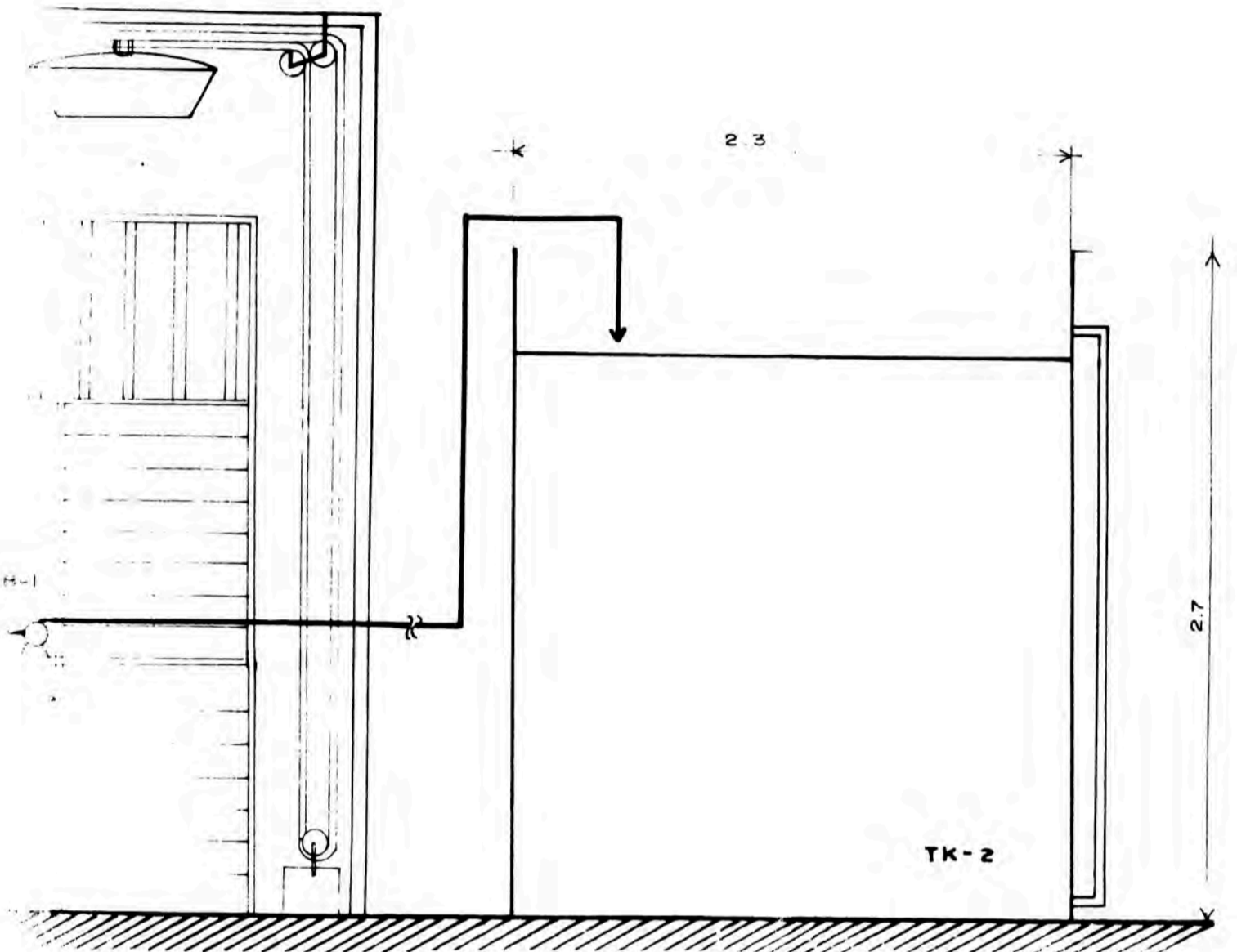
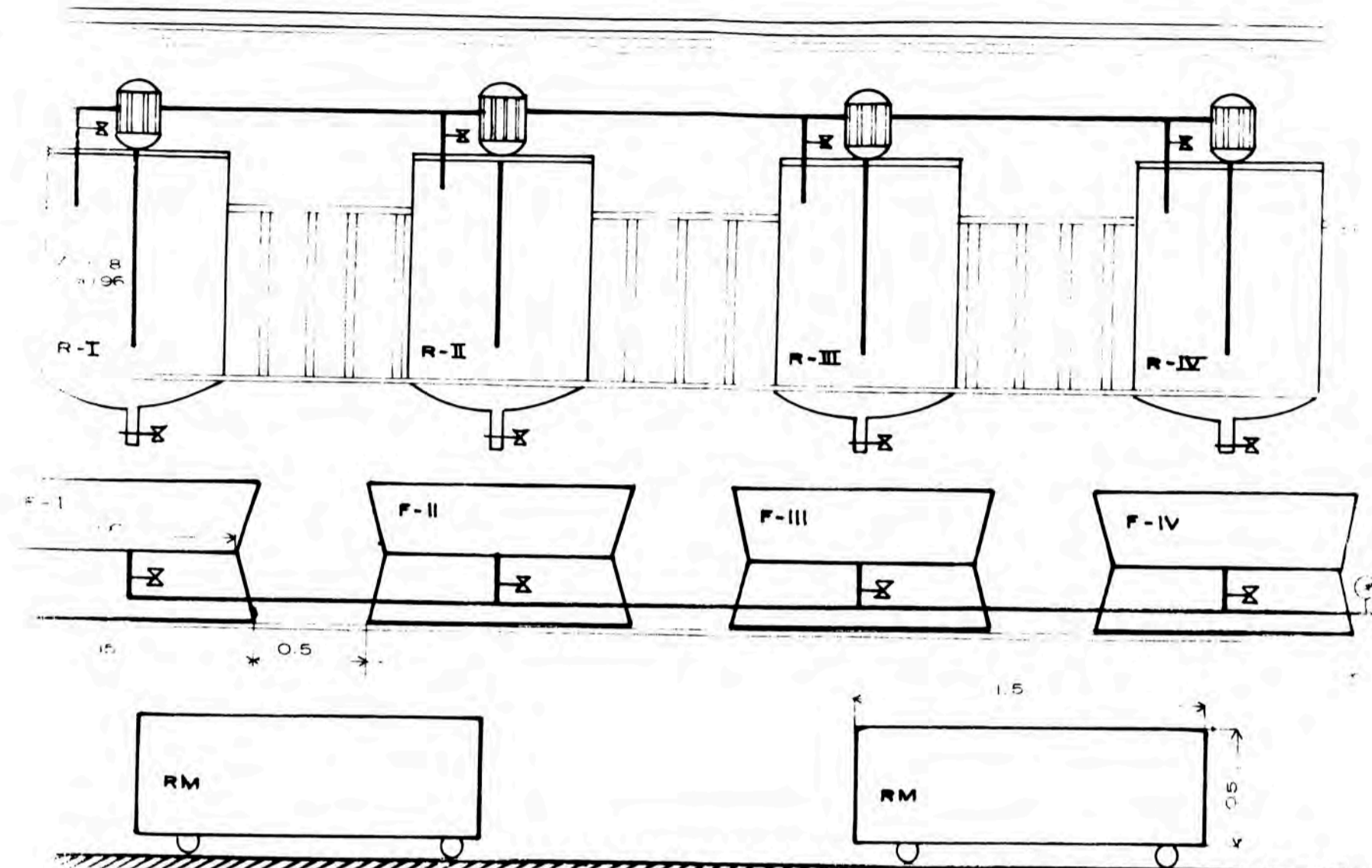
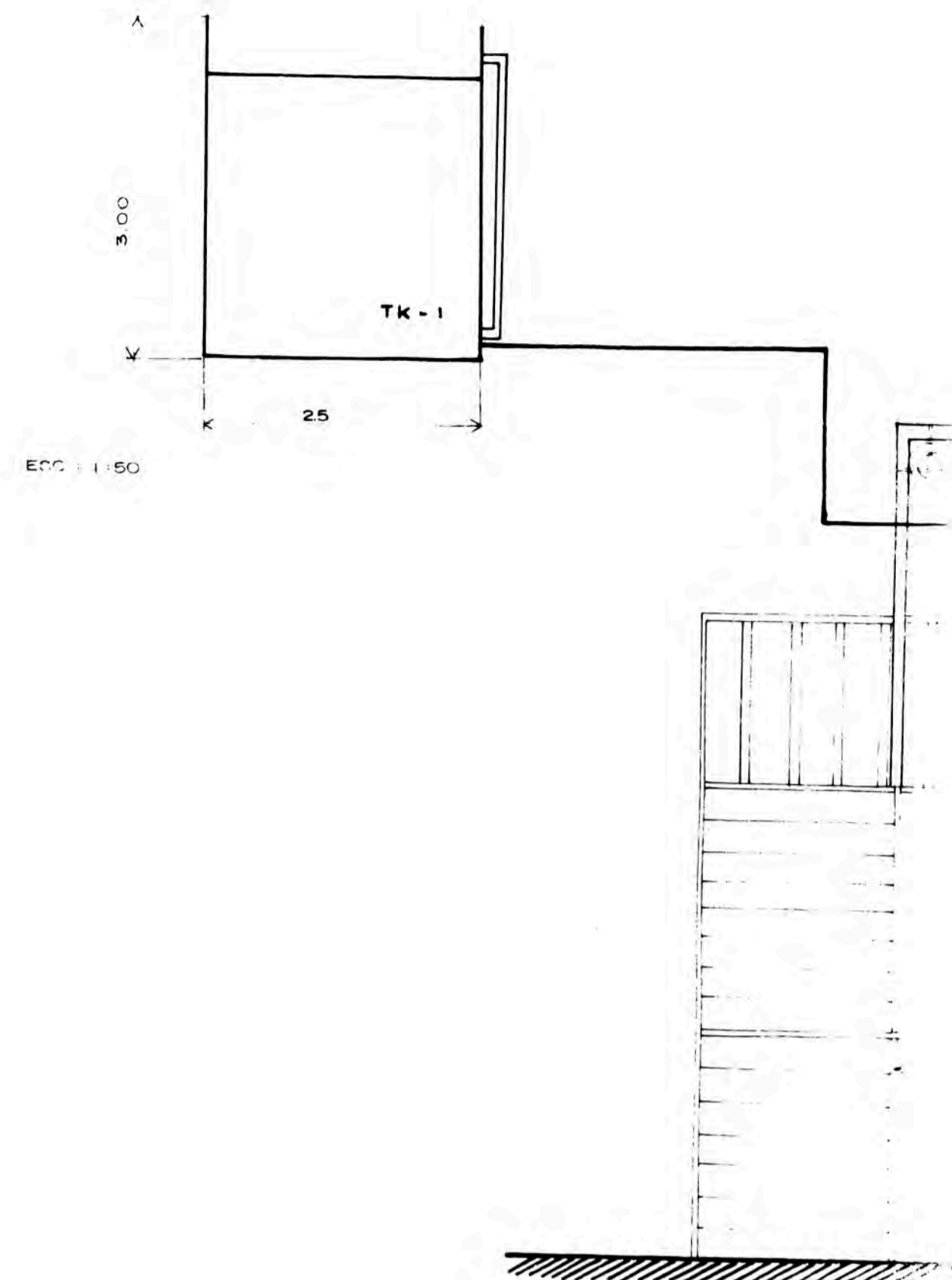
a. Línea de Fomento de Exportaciones No Tradicionales:

- Créditos sin Advance Account: ..... 4.5 %
- Créditos con Advance Account: sin intereses

b. Fondos de Encaje Mantenidos en este Banco Central:

Tres puntos porcentuales por debajo de la tasa LIBOR menor a la cual se ofrezca depósitos en dólares de los Estados Unidos de América a tres meses de plazo, en el mercado interbancario de Londres, aproximadamente a las 11:00 horas y de acuerdo con el teletipo de la Agencia REUTERS.

4. Créditos entre Personas Ajenas al Sistema Financiero (Código Civil Art. 1242 y 1243)



- R : REACTOR
- M : MOTOR (0.25 HP)
- F : FILTRO
- CE : CANCHA DE EVAPORACION
- R.M. : RECIPIENTE MOVIL
- B-1 : BOMBA DE VACIO (1.5 HP)
- B-2 : BOMBA DE RAFF EVAPORADO (0.7 HP)
- TK-1 : TANQUE DE RAFF EVAPORADO
- TK-2 : TANQUE DE LIQUIDO REMANENTE
- L1 : LINEA DE ALIMENTACION DE RAFF (Ø = 2")
- L2 : LINEA DE RECIRCULACION (Ø = 2")
- L3 : LINEA DE RAFF EVAPORADO (Ø = 2")
- L4 : LINEA DE ALIMENTACION DE RAFF A LOS REACTORES (Ø = 1.5")
- L5 : LINEA DE LIQUIDO REMANENTE (Ø = 1.5")
- L6 : LINEA DE TOMA DE MUESTRA

ESC. 1:100

2.5

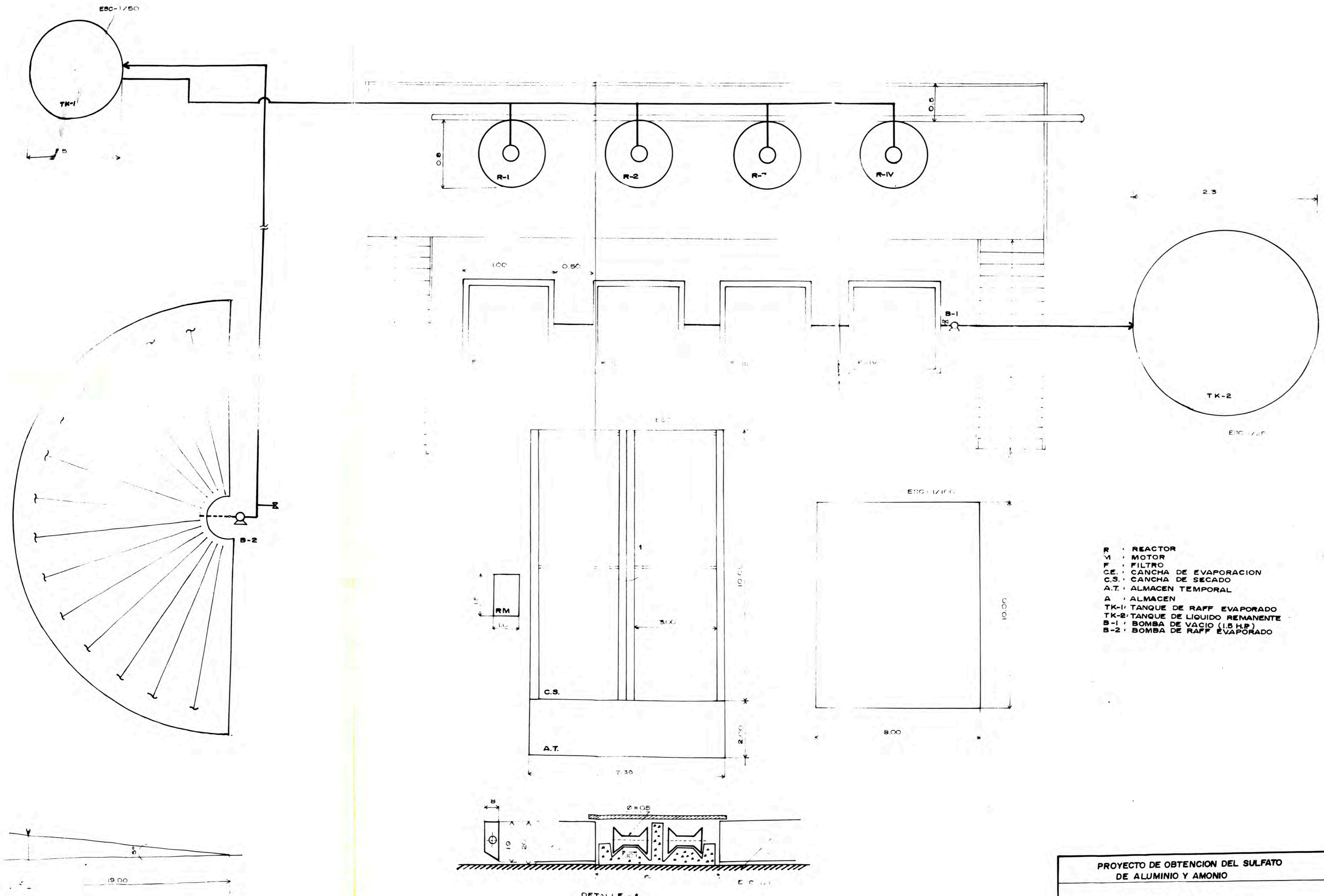
19.00

21.5

**PROYECTO DE OBTENCION DEL SULFATO  
DE ALUMINIO Y AMONIO**

DIAGRAMA DEL PROCESO  
- VISTA FRONTAL -

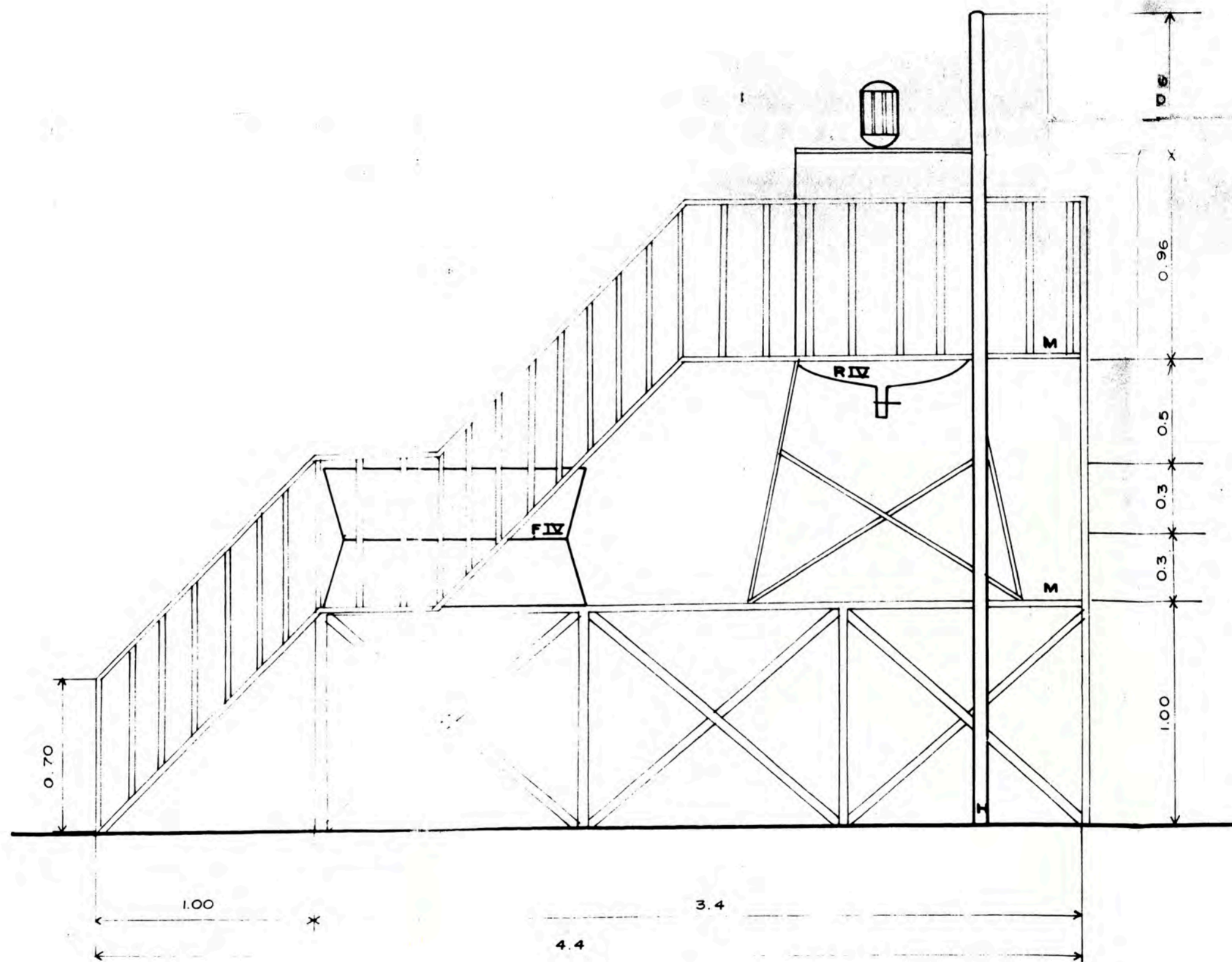




**PROYECTO DE OBTENCION DEL SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO**

DISPOSICION DE PLANTA  
- VISTA HORIZONTAL -





R : REACTOR  
 F : FILTRO  
 M : TABLADILLO DE MADERA  
 H : ESTRUCTURA DE FIERRO PARA EL TECLE

**PROYECTO DE OBTENCION DEL SULFATO  
 DE ALUMINIO Y AMONIO**  
 DISPOSICION DE REACTORES Y FILTROS  
 -VISTA LATERAL-

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Perry R.H. y Chilton C.H., "Manual del Ingeniero Químico" 2da. Edición. Editorial Litográfica de México S.A de C.V., México, 1987.
- 2.- N. Howel Furman, "Standar Methods of Chemical Analysis", Sixth Edición, Editor D. Van Nostrand Company Inc, 1962.
- 3.- Arthur D. Little, "Tecnical Methods of Analysis", Editorial Mc. Graw - Hill Book Company. Inc. New York, 1940.
- 4.- Foust A.S., Wenzel L.A., Clump C.W., Maus L. y Anderson L.B. "Principios de Operaciones Unitarias", 13ava Edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1980.
- 5.- Inorganic Index to the Powder Diffraction File 1967. Compiled under the auspices of the Joint Committee on Powder Difracción Standards.
- 6.- ASTM PUBLICATION PD 18 - 171. American Society For Testing and Materials 1916 Race Street Philadelphia, Pa 19103.
- 7.- Alexeiev V. N. "Semi micro Análisis Químico Cuantitativo", Editorial MIR, Moscú. 1975.
- 8.- Anholeada J. "Manual de Tratamiento de Aguas Potables". Tomo 12 - Caracas 1969.

- 9.- Sancha, A.M., Schifini, J.P., Causa E. "Experiencias de Coagulación mediante Pruebas de Jarras".
- 10.- SEDAPAL "Archivo de Análisis Físicos, Químicos y Bacteriológico de Plantas de Tratamiento".
- 11.- Vogel A.I., "Análisis Químico Cualitativo". Editorial Kapeluz, Buenos Aires. 1960.
- 12.- Hougen O.A., Watson K.M. y Ragatz R.A. "Principios de los Procesos Químicos - Parte I - Balances de Materia y Energía". Editorial Reverté S.A., Barcelona 1976.
- 13.- Manual of Economic Analysis of chemical Processes. "Feasibility Studies in Refinery and Petrochemical Processes". Alain Chanvel et al, Mc. Graw Hill Book Company New York. 1976.
- 14.- Smith J.M. y Van Ness H.C., "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". Mc. Graw Hill de México, S.A. de C.V., México. 1980.
- 15.- James y Oldshue. "Fluid Mixing Technology". Chemical Engineering, Ed. Mc. Graw Hill Co. New York. 1987.
- 16.- Philip A. Shweitzes. "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers". Mc. Graw Hill Co. New York. 1979.
- 17.- Levenspiel O. "Ingeniería de los Reacciones Químicas". Editorial Reverté S.A., Barcelona. 1975.
- 18.- Charles M. Garvison. "How to design and Scale mixing pilot - plants". Chemical Engineering. February 7. 1983.



- 19.- CONDENSED CATALOG DENVER. "Equipment for the Mining and Metallurgical Chemical and Process Industries". P 1079. 1986.
- 20.- Treybal R.E. "Operaciones con transferencia de Masa" 2da. Edición, Editorial Hispano Americana. S.A., Buenos Aires. 1973.
- 21.- Galvele J.R., "Corrosión". Departamento de Materiales Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires. 1979.
- 22.- The Process Industries Catalog 55th Edition 1971.
- 23.- Morton T.R. "Fiber - Glass Reinforced Plastics for Corrosión Control". Chemical Eng. January 2, 1964.
- 24.- Mc. Cabe W.L. y Smith J.C., "Operaciones Básicas de Ingeniería Química", Editorial Reverté S.A., Buenos Aires 1975.
- 25.- Chemical Engineering Catalog. CEC. 1970.
- 26.- National Association of Corrosión Engineers, "Corrosion data Survey". 13d Edition, Houston. 1983.
- 27.- Dickey D.S. and Hicks W.H. "Fundamentals of Agitación", Chem. Eng., Vol 83, Nro. 3, February 2, 1976.
- 28.- Gates L.E., Morton J.R. and Fondy P.L., "Selecting Agitator Systems to suspend Solids in Liquids", Vol.83, Nro. 11, May 24, 1976.
- 29.- Peters M.S. and Timmerhaus K.D. "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", Mc. Graw Hill Co, New York, 1979.

- 30.- Puckett D.B., "What you Should Know about fiberglass reinforced plastic tanks", Chem. Eng., Vol.83, Nro. 20, September 27, 1976.
- 31.- Kern D.Q., "Procesos de Transferencia de Calor", 7ma Edición, Editorial Continental S.A., México, 1973.
- 32.- Barret O.H. "Installed Cost of Corrosion - resistant piping", Chem. Eng., November 2, 1981.
- 33.- Holland F.A., Watson F.A. and Wilkuison J.K., "How to Estimate Capital Costs", Chem. Eng., April 1, 1974.
- 34.- Canadian Institute of Mining and Metallurgy, "Mineral Processing Equipment Costs and Preliminary Capital Costs Estimations", Canada, 1977.
- 35.- Rudd D.F. y Watson C.C., "Estrategia en Ingeniería de Procesos", Editorial Alhambra S.A., Madrid, 1976.
- 36.- Bisio Attilio and Kabel Robert L. "Scaleup of Chemical Processes Conversión from Laboratory Scale test to Successfull Commercial Size Design" Ed. John Wiley & Sons, New York 1985.
- 37.- Caballero Bustamante , INFORMATIVO TRIBUTARIO FINANCIERO LABORAL. Marzo, 1988. Editorial TINCO S.A.