

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

Escuela Nacional de Ciencias Quimicas.

ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS DE SULFATO DE SODIO EN VIESCA,
COAH.
Y SU INDUSTRIALIZACION.

TESIS

QUE PARA SU EXAMEN PROFESIONAL
DE QUIMICO PRESENTA

RICARDO ANAYA PINONCELLY.

MEXICO, D. F.

1949.

1053



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

Escuela Nacional de Ciencias Quimicas.

ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS DE SULFATO DE SODIO EN VIESCA,
COAH.
Y SU INDUSTRIALIZACION.

TESIS

QUE PARA SU EXAMEN PROFESIONAL
DE QUIMICO PRESENTA

RICARDO ANAYA PINONCELLY.

MEXICO, D. F.

1949.

A mis padres
* * * * *

**Este trabajo fué realizado
en el Laboratorio de Materias
Primas de la Escuela Nacional
de C. Químicas, bajo la direc
ción y supervisión del Ing. -
Quim. Pablo H. Hope. *****

C A P I T U L O S .

- I.- INTRODUCCION.
- II.- MATERIA PRIMA Y METODOS.
- III.- PARTE EXPERIMENTAL .
- IV.- RESULTADOS.
- V.- DISCUSION.
- VI.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.
- VII.- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

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

El sulfato de sodio fué descrito por primera vez por Glauber en su "De natura Salium" (1658) (12), la obtuvo al preparar ácido clorhídrico, partiendo de cloruro de sodio y ácido sulfúrico, dándole el nombre de "sal Miriábilis Glauberi"; es una materia prima que se encuentra en México mezclado con cloruro de sodio, en aguas saladas de muchas lagunas, en las siguientes localidades (7):

ESTADO DE CHIHUAHUA.- La laguna salada de Palomas, situada en el ex Distrito de Jiménez, cuenta con numerosas salinas establecidas en sus márgenes.

En estas salinas, se evapora el agua de dicha laguna mediante el calor solar, obteniéndose un producto que contiene por termino medio 22 g. de sulfato de sodio, 65 g. de cloruro de sodio y 5 g. de carbonato de sodio por litro.

DISTRITO FEDERAL.- En el lago de Texcoco, se encuentra sulfato de sodio mezclado con carbonato y cloruro de sodio, así como materias minerales albuminosas y gelatinosas. Las proporciones en que se halla el sulfato de sodio en la mezcla de sales que se encuentran disueltas en las aguas de este lago, es aproximadamente de 1 a 10 %.

ESTADO DE JALISCO.- En la "playa" de Sayula, se encuentra el sulfato de sodio mezclado con cierta abundancia de otras sales de este mismo metal.

La mencionada "playa" está situada al sur de Guadalajara y abarca una extensión superficial de 350 Km² aproximadamente, formando una amplia zona que se extiende desde Sayula hasta cerca de Santa Ana.

ESTADO DE SAN LUIS POTOSI.- El sulfato de sodio natural, se encuentra en San Luis Potosí mezclado al cloruro de sodio que se halla disuelto en las aguas de diversas lagunas que existen en la Región del Valle Salado.

El sulfato de sodio natural, procedente de esta gran cuenca salina, contiene de 49.5 a 93.9% de sulfato de sodio.

ESTADO DE ZACATECAS.- En la cuenca salada de Villa de Cos, principalmente en Chichimequillas y San Cosme de Municipio de Fresnillo, se encuentra el sulfato de sodio natural en gran cantidad. Las aguas de la laguna salada de San Cosme contienen de 65 a 70 g. por litro de sulfato de sodio y las aguas de la laguna de Santa María de 35 a 40 g. de la misma sustancia.

ESTADO DE COAHUILA.- Al soroeste de esta entidad federativa se encontraba el pueblo de Alamos hoy Villa de Viesca, fundada en el año de 1732 por el Cura Don Manuel Valdez (8). Al norte de la cual se encuentra la laguna de este nombre o del Alamo, cuyas aguas no tienen el carácter permanentes, sino que se forman principalmente durante la temporada de lluvias y tienen en solución cantidades variables de sulfato de sodio natural llamado regionalmente "cris-talillo".

En un plano que se adjunta y que comprende de oriente a poniente desde Saltillo, Coah. hasta Cuencamé, Dgo., dibujado y levantado en el año de 1787 por Melchor Núñez de Esquivel, se señala la localización de estas salinas.

Los indios llamados salineros iniciaron su explotación desde el año de 1786 aprovechando las condiciones hidrológicas y climatológicas de la región que es árida, o sea de una manera "espontánea", y comerciaban el producto con los pueblos vecinos.

Esta materia prima se emplea en la fabricación de la pulpa de madera para papel Kraft, en la Industria del vidrio encuentra tam-

bién aplicación por producir una mezcla uniforme en el horno, debido al SO_3 liberado.

Se usó en medicina como purgante pues actúa como absorbente - del agua, la cual toma de los tejidos y hace que el contenido intestinal fluidifique y consecuentemente se puede expulsar con facilidad, actualmente esta propiedad se utiliza en veterinaria. La industria textil lo emplea como mordente.

A pesar de los numerosos yacimientos antes enumerados, México no alcanza a llenar las necesidades industriales de esta sal, teniendo que importar cantidades apreciables de ella, como lo demuestran las estadísticas proporcionadas por la Secretaría de Economía:

	Cantidad en Kgs.		Valor en pesos	
	1945	1946	1945	1946
Sulfato de sodio calcinado	1,304,413	3,374,618	84,028	218,736
Sulfato de Sodio crist.	2,200	9,014	3,845	7,803

Dada la importancia que tiene para nuestro país la explotación técnica y no empírica de sus recursos naturales, se presenta el siguiente trabajo que tiene por finalidad la de indicar una forma de explotación adecuada así como obtener un producto que económicamente presente ventajas al actual.

Entre los grados 24 y 27 de longitud en la Nueva Vizcaya a 26 y 23 de latitud se hallan los lugares del Saltillo, Borra, Pueblo del Alamo, Hornos y la cascada o cascadas de Orante a Pimani.

Por este rumbo de Norte se encuentran del gran Bolson del Mapimi se angara haver dos praxi salinera en un lugar que llaman Agano cuya registro se ha hecho de aqui por ser continua habitacion de los crees los puntos se mucha distancia y aguas de agua



NORTE
SALINAS
La observacion de estas se ha hecho inmediata a Pueblo del Alamo a distancia de los lugares poco mas o menos y su extension como de orrente a Pimani, creen mucha sal y como la comun de las demas salinas de esta America segun la configuración de sus particularidades, es salada y el uso de los heredes se abundancia admira y tambien se abundancia por ser profeta por industria a sus heredes de muchos Salineros que se dedica a esta profesion a su modo con diez Naciones.

EL Pueblo de Santa Maria de las Barras se fundo el año de 1552 y 1560
entre cuyo fundacion cabrio Martin Zapala y el Pado Agustin Ben
en Jucilla, con Indios y algunos Españoles
Creciendo el cultivo de Azuc de este Pueblo se acercaron muchos
puntos principalmente indios y negros, unidos por Mexicanos con las In
das y la misma figura algunos Españoles.
Costaron los Indios de mucha riqueza por el barto comercio de el y de otros
y vino, y de otros bienes que se usa con seguridad en toda la America
para el Santo Sacrificio de la Misra
Con la sucesion de los tiempos se comenzaron a emigrar los herederos
de los Indios en las Españas que hoy tienen muchos.
Fuera a quillas primeros Indios muy Catolicos y devotissimos, muchos
sus fiestas reconocian hasta el dia celebran por el culto de San Juan y de San Pedro.
El temperamento de este es, hiello en el centro y seco en general, tiene por
las cosas son escasas por la causa de la sequedad de el agua se dan las sem.
Uno de primeros necesidad es, siempre un hombre escasea por la falta de agua
para fundar el terreno, y un cultivo produce con buena correspondencia los
genero de praxi (aguardiente, algodón, y buen trigo.
Sus habitantes son robustos, buenos forasteros y longevos, regularmente
la son plebeyos por la indolencia del Uno y el otro tanto lo que se ignora
algunas espaldas sanquinosas todas las años.
La vida de este dia Pueblo y sus frutos de ellos un excelente y abun
dante, seos suelen a la Abundancia su comen sea rico, por en el dia esta electo
de por el poco color de 4 hermes y legitiuo Galdo.

La llaman enteramente porque no
es un grande Salino de aguas, sino de
ras hielos y grandes y pequeños en su
laboracion las aguas de los Arroyos de
Borras y Borras, se cria mucho pescado negro y
dado mucha Alolera y Sarsa sus Vie.
Se funda a volacion la muchos Naciones o Rai
cheros de Indios hasta mediados del siglo pasado
hacia Mission de Borras desde los Hornos hasta Borras por Norte y del Sur por
Los posesiones de Indios segun los libros de la Real Audiencia de la figura
no el de P. J. Juan Salazar actual cura de las Barras segun Salazar Salazar de
cuerpos Salineros, Calcedas Coninos, Indios, Mayas, Chayamans, Pordelinda, Mayas,
Mayas, Borras, Alachiguan, Guahabaras, Sonoyates, Indios, Mayas, Borras, Mayas,
Uros, Culo, Alachiguan, Guahabaras, Sonoyates, Indios, Mayas, Borras, Mayas,
Cuerpos y Mayas.

El Pueblo de Santa
Maria de las Barras
se fundo el año de 1552 y 1560
entre cuyo fundacion cabrio
Martin Zapala y el Pado
Agustin Ben en Jucilla,
con Indios y algunos
Españoles. Creciendo el
cultivo de Azuc de este
Pueblo se acercaron
muchos puntos principal-
mente indios y negros,
unidos por Mexicanos
con las Indas y la misma
figura algunos Españoles.
Costaron los Indios de
mucha riqueza por el
barto comercio de el y de
otros y vino, y de otros
bienes que se usa con
seguridad en toda la
America para el Santo
Sacrificio de la Misra.
Con la sucesion de los
tiempos se comenzaron
a emigrar los herederos
de los Indios en las
Españas que hoy tienen
muchos. Fuera a quillas
primeros Indios muy
Catolicos y devotissimos,
muchos sus fiestas
reconocian hasta el dia
celebran por el culto de
San Juan y de San Pedro.
El temperamento de
este es, hiello en el
centro y seco en general,
tiene por las cosas
son escasas por la
causa de la sequedad de
el agua se dan las
sem. Uno de primeros
necesidad es, siempre
un hombre escasea por
la falta de agua para
fundar el terreno, y un
cultivo produce con
buena correspondencia
los genero de praxi
(aguardiente, algodón,
y buen trigo. Sus
habitantes son robustos,
buenos forasteros y
longevos, regularmente
la son plebeyos por la
indolencia del Uno y el
otro tanto lo que se
ignora algunas espaldas
sanquinosas todas las
años. La vida de este
dia Pueblo y sus frutos
de ellos un excelente y
abundante, seos suelen
a la Abundancia su
comen sea rico, por en
el dia esta electo de
por el poco color de 4
hermes y legitiuo Galdo.

DIBVXADO POR MELCHOR VÑEZ DE ESIVIBELANO DE 1781, EN PARAYE EDAD DE 19 años. Segundo

A. Cella de Borras	E. Huel de Borras	M. Los Hornos	S. Pueblo de Agustin
B. Huel de Borras	F. Huel de Borras	N. La Laguna	T. Huel de Borras
C. Huel de Borras	G. Huel de Borras	O. Huel de Borras	V. La Barras
D. Huel de Borras	H. Huel de Borras	P. Huel de Borras	X. Huel de Borras
E. Huel de Borras	I. Huel de Borras	Q. Huel de Borras	Y. Huel de Borras
F. Huel de Borras	J. Huel de Borras	R. Huel de Borras	Z. Huel de Borras
G. Huel de Borras	K. Huel de Borras	S. Huel de Borras	
H. Huel de Borras	L. Huel de Borras	T. Huel de Borras	
I. Huel de Borras	M. Huel de Borras	U. Huel de Borras	
J. Huel de Borras	N. Huel de Borras	V. Huel de Borras	
K. Huel de Borras	O. Huel de Borras	W. Huel de Borras	
L. Huel de Borras	P. Huel de Borras	X. Huel de Borras	
M. Huel de Borras	Q. Huel de Borras	Y. Huel de Borras	
N. Huel de Borras	R. Huel de Borras	Z. Huel de Borras	

Copia E. Samz Pind. 1836.

CAPITULO II.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S .

MATERIA PRIMA.

Existe el sulfato de sodio en la naturaleza como decahidrato llamado en mineralogía Mirabilita, o anhidro denominado Tennardita.

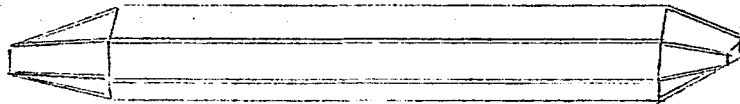
Es frecuente también que se encuentre como componente de muchos minerales complejos tales como: Bloedita $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Clauberita $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$, Hanksita $9\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{KCl}$.

En algunos países se obtiene esta sal como sub-producto en la fabricación del ácido clorhídrico.

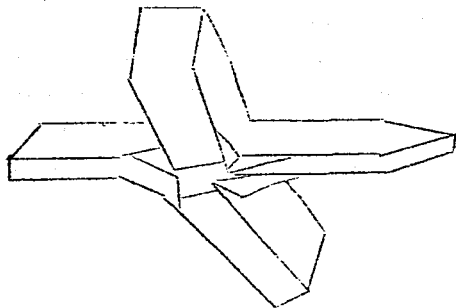
El decahidrato cristaliza en el sistema monoclinico, tiene lustre vitreo, su color varía del blanco opaco a incoloro, ópticamente negativo, sabor debilmente salino y amargo, dureza 1.5 - 2, densidad 1.48.

Calentados moderadamente funden los cristales en su agua de cristalización y si se deja enfriar este liquido a 12 grados, cristaliza una sal con siete moléculas de agua.

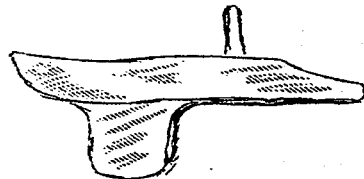
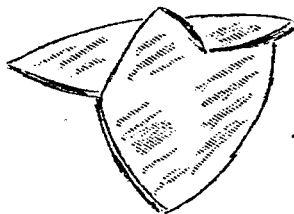
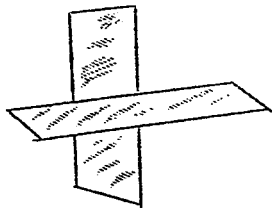
Los cristales eflorocen al aire, fenómeno que se debe a que la tensión de vapor del agua de la sal cristalizada es superior a la tensión media del vapor de agua en el aire y por lo tanto se evapora el agua de cristalización.



MIRABILITA . $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.



THENARDITA. Na_2SO_4



*****THENARDITAS*****

La thenardita se encuentra en cristales ortorrómbicos piramidales prismas cortos y tubulares, color blanco, gris o moreno, dureza 2.5, densidad 2.698, punto de fusión 884° C., punto de ebullición $1,429^{\circ}$ C., soluble en agua y glicerina, poco soluble en alcohol el cual precipita el sulfato de sodio en una solución saturada en frío; ópticamente positivo, sabor ligeramente salino, los cristales gemelos son muy característicos pero también se presenta este mineral en formas masivas sin forma cristalina individual distinta.

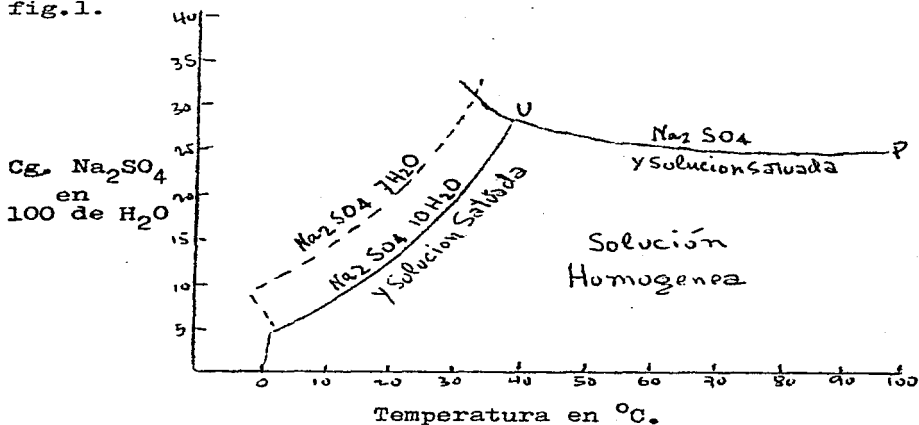
Solubilidad del Sulfato de sodio (16).

Geológicamente es interesante la solubilidad del sulfato de sodio en relación con la existencia natural de los minerales y las aguas que lo contienen, técnicamente también es interesante con referencia a los métodos que se emplean para extraerlo y separarlo de las mezclas en que se halla como componente.

SOLUBILIDAD DEL SULFATO DE SODIO EN AGUA.

Temp (C)	Fase Sólida	n grams. de Na ₂ SO ₄ anhidro por 100 grms. de agua.	Autor	
-1.2	Hielo y Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	4.0	De Coppet Zeitschr physical Chemie	
-3.55	Hielo y Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	14.5		
0.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	5.0		
10.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	9.0		
15.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	13.2		
20.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	19.4		
25.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	28.0		
30.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	40.0		
0.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	19.6		Loewel Annales Chimie et phys.
10.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	30.5		
20.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	44.7		
26.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	55.0		
18.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	53.3		
20.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	52.8		
24.4	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	51.8		
25.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	51.5		
30.0	Na ₂ SO ₄ · 7H ₂ O y Na ₂ SO ₄	50.4		
32.383	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O y Na ₂ SO ₄	49.4	Richards and Wells, Zeitschr Physikal chemie.	
35.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	48.2		
40.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	46.8		
50.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	45.5		
60.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	44.5		
70.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	43.7		
80.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	42.9		
90.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	42.7		
100.0	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	42.7		

Graficando los datos de la tabla anterior se obtiene la curva de solubilidad del sulfato de sodio puro como se muestra en la fig. 1.



La línea AE muestra la depresión del punto de congelación del agua pura mediante la introducción de sulfato de sodio. El punto E = -1.10°C. eutéctico, punto criohídrico, punto de congelación de la solución más bajo que el de cada una de las sustancias aisladas. Hay una mezcla eutéctica de hielo y decahidrato.

E = - 1.10° C. hielo y decahidrato.

Si ocasionalmente la solución no es inoculada con decahidrato el punto de congelación puede descender al punto C, que es el punto de transición de la curva de solubilidad del heptahidrato según la línea puntada. El heptahidrato es inestable en presencia del decahidrato.

U a 32.38°C temperatura de transición del decahidrato a la sal anhidra: (*) S 10 aq. ---- S Solución
P a 102.8°C punto de ebullición a 760 mm.

La línea EU es la curva de solubilidad en la cual $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ está en equilibrio con la solución saturada.

La curva EU tiene un alto coeficiente térmico y se cristaliza con facilidad S10Aq. reduciendo la temperatura de la solución saturada.

La composición del decahidrato es: $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 44.1\%$; $\text{H}_2\text{O} = 55.9\%$
Una solución más concentrada no puede tener agua suficiente para formar el decahidrato y aparece el Na_2SO_4 .

El punto U es el punto de transición en el cual S10Aq., S solución saturada y vapor de agua están en equilibrio; (punto invariante por no poseer ningún grado de libertad).

Arriba de esta temperatura del $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ funde "incongruente" y forma Na_2SO_4 y solución saturada. Si toda la sal se disuelve en su agua de cristalización se dice que la fusión es "congruente" Esto tiene importancia ya que si $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ funde.

(*) S se designa en las "Internacional Critical Tables" a la sal anhidra y Aq; agua. S10 = $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

en una solución saturada de Na_2SO_4 a 40°C , 39% del sulfato de sodio cristaliza como Na_2SO_4 y el 61% permanece en la solución saturada.

A lo largo de la curva UP el sulfato de sodio anhidro está en equilibrio con la solución saturada. Su coeficiente de temperatura con respecto a la solubilidad es negativo y se tiene una curva de solubilidad invertida. Si se añade S10Aq a una solución saturada a ebullición 47% del sulfato precipita como Na_2SO_4 .

La disminución de solubilidad con la temperatura hace que el Na_2SO_4 cristalice en superficies a una temperatura superior a la de la solución y en evaporadores de cloruro de sodio a menudo se encuentra el sulfato de sodio incrustado en las tuberías de calentamiento.

El punto invariante U a 32.48°C corresponde a la sal pura, pero puede descender debido a la presencia de impurezas y cuando la solución está saturada con otra sal el descenso es muy considerable como se puede ver en la tabla II

TABLA II

FASE SOLIDA	TEMP DE TRANSICION (C)	AUTOR
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4	32.383	Richards & Wells
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 , Afthitalita	39.1	Myerhoffer & Saunders
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 , NaCl	17.9	" "
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 , NaCl, Afthitalita	16.3	" "

Según Schiff (15) el peso específico a 19°C de soluciones a diferentes concentraciones es el siguiente:

TABLA III

PESO ESPECIFICO	SAL CRIST. %	SAL ANHIDRA %
1.0040	1	0.441
1.0079	2	0.882
1.0118	3	1.323
1.0158	4	1.764
1.0198	5	2.205
1.0238	6	2.640
1.0278	7	3.087

PESO ESPECIFICO	SAL CRIST.%	SAL ANHIDRA %
1.0318	8	3.528
1.0358	9	3.969
1.0398	10	4.410
1.0439	11	4.851
1.0479	12	5.292
1.0520	13	5.733
1.0560	14	6.174
1.0601	15	6.615
1.0642	16	7.056
1.0683	17	7.497
1.0725	18	7.938
1.0766	19	8.379
1.0807	20	8.820
1.0849	21	9.261
1.0890	22	9.702
1.0931	23	10.143
1.0973	24	10.584
1.1015	25	11.025
1.1057	26	11.466
1.1100	27	11.907
1.1142	28	12.348
1.1184	29	12.789
1.1226	30	13.230

Para la producción de sulfato de sodio partiendo del decahidrato en escala comercial existen los métodos siguientes: (1)

I.- Calentamiento directo en horno rotatorio.

II.- Calentamiento directo en horno rotatorio mezclando 50% de sulfato de sodio decahidratado y 50% de sulfato de sodio anhidro para evitar la pastosidad en el horno.

III.- Según la gráfica de solubilidad del sulfato de sodio en agua Fig. 1, a una temperatura de 32.4°C (punto de transición) se funden los cristales del decahidrato dando sulfato de sodio anhidro y solución saturada, propiedad que puede ser aprovechada en la obtención de la sal anhidra en escala industrial.

IV.- Evaporando al vacío cristales de decahidrato.

Para determinar la calidad del sulfato de sodio la Dirección General de Normas (6) ha dictado una clasificación que regirá este producto en el comercio y es el siguiente:

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES.

A.- Clasificación.- Para los efectos de esta Norma el sulfato de sodio comprenderá; dos tipos: A y B, con dos grados de calidad el primero A_1 y A_2 y el segundo con tres grados: B_1 , B_2 y B_3 .

- Tipo A.- Sulfato de Sodio Anhidro, Na_2SO_4
 " A_1 - Calidad reactivo.
 " A_2 - Industrial.
 " B.- Sulfato de sodio de cahidratado $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.
 " B_1 - Calidad reactivo.
 " B_2 - Farmacéutico.
 " B_3 - Industrial.

B.- Especificaciones.- El sulfato de sodio en sus 5 grados de calidad, deberá llenar las especificaciones que a continuación se expresan:

Determinaciones	TIPOS				
	"A" (anhidro)		"B" (decahidratado)		
	GRADOS DE CALIDAD.				
	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3
	Calidad Reactivo.	Indus-trial	Calidad Reactivo	Farma-céutico	Indus-trial.
Pérdida por desecación			51 mín. 57 máx.	51 mín. 57 máx.	50 mín. 56 máx.
Pérdida por calcinación % máx.	0.50	1.00	0.50	—	1.00
Na_2SO_4 , % mínimo	99.00	97.5	99.	99.	97.5
Insolubles en agua % máximo.	0.01	0.05	0.01	—	0.05
Acidez (en H_2SO_4) % máximo	0.005	0.05	0.005	—	0.05
Alcali libre Cloruros (en Cl) % máximo	negtvo	negtvo	negtvo	—	negtvo
Compuestos nitro-escnados (en N) % Máx	0.0005	0.0005	0.0005	—	0.0005
Fosfatos (en PO_4) % máx	0.003	0.005	0.003	—	0.005
Arsénico (en As) % máx.	0.0003	0.002	0.0003	0.0017	0.002
Calcio, Magnesio y sustancias precipitables por NH_4OH % máximo.	0.02	0.3	0.02	—	0.3
Metales pesados (en Pb) % máximo.	0.001	0.005	0.001	0.0023	0.005
Hierro (en Fe) % máx.	0.001	0.005	0.001	0.-----	0.005

M E T O D O S .

Para las determinaciones que se efectuaron se siguieron los siguientes métodos:

MUESTREO.- (6) Para tomar las muestras en caso de venir estas en envases se tomará al azar un número de unidades que constituyen la raíz cuadrada del número total de envases, para formar el lote de prueba, en el caso presente en que las muestras se tomaron directamente de los yacimientos se procurará que sea una parte representativa del todo.

Cada lote de prueba se mezcla perfectamente, formandose así el lote de muestra, el cual se cuartea hasta obtener 500 g., que se dividen en tres porciones; una para el vendedor, otra para el comprador y la tercera que se conserva en frasco ámbar de cierre hermetico, lacrado, para el caso de tercería.

INSOLUBLES EN AGUA CALIENTE.- (2) Pésese 10 g. de muestra y agregese 200 ml. de agua, agítese y hiérvasse por 5-10 minutos. Filtrase en papel cuantitativo, lavese hasta que el filtrado pase libre de sulfatos, el residuo incinérrese a 100-110°C, hasta peso constante, enfriese en desecador y pésese.

INSOLUBLES EN AGUA FRIA.- (6) Esta determinación es igual a la anterior solo que no se hierva. El filtrado se guarda para otras determinaciones.

HUMEDAD.- (17) Aproximadamente 10 g. de muestra se colocan en un crisol de porcelana tarado, y se seca a 100-110°C hasta peso constante, (generalmente 4 horas son suficientes). Calcúlese la pérdida de peso y reportese como por ciento de humedad.

PERDIDA POR CALCINACION.- (6) Pésese 1 g. de sulfato de sodio -- previamente desecados a 100-110°C., y calcínese a 700°C. hasta peso constante.

SULFATOS.- (2) Una alícuata del filtrado de insolubles en agua --

fría, se le añade unas gotas de HCl, se calienta a ebullición y se le agrega solución. al 10% de cloruro de bario gota a gota, y agitando hasta completa precipitación, se pone a baño maria durante una hora y se deja reposar toda la noche, fíltrese sobre papel cuantitativo, y lavése hasta que el filtrado pase libre de cloruros, calcínese en mechero hasta pesos constante.

CLORUROS.-(17) En una alícuota que se neutralizó del filtrado de insolubles en agua fría; se cuantean cloruros por titulación con solución valorada de AgNO_3 usando como indicador cromato de potasio.

CALCIO.-(17) 100 ml. del filtrado de insolubles en agua fría se calientan a ebullición, se les agrega 2 ml. de hidroxido de amonio concentrado y 10 ml. de una solución al 4% de oxalato de amonio, si la precipitación no es completa adiciónesele mas hasta que sea, déjese reposar hasta que el precipitado se asiente bien, fíltrese sobre papel cuantitativo, lavese con agua caliente, hasta que el filtrado pase libre de oxalatos, el precipitado se bañe con una solución diluida (1;8) de ácido sulfúrico a un frasco -- Erlenmayer y se titula con solución valorada de permanganato de potasio el ácido oxálico liberado.

MAGNESIO.-(17) El filtrado del calcio se acidifica con unas gotas de HCl y se concentra hasta unos 150 ml. se calienta a ebullición, se agrega 10 ml. de una solución saturada de $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ y se continua hirviendo por algunos minutos, déjese enfriar y agréguese gota a gota NH_4OH agitandose constantemente hasta que el precipitado cristalino empieza a formarse, agreguese un poco de exceso y sigase agitando. Dejese reposar toda la noche fíltrese y lavése con NH_4OH (1:10) que contenga unas gotas de HNO_3 , calcínese a la mufla, enfriése y pésese. El peso es $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

CARBONATOS Y BICARBONATOS.-(17) Método de Warder basado en el uso de dos indicadores; una primera titulación con solución valorada

da de HCl₃ usando como indicador fenolftaleína nos dará la mitad - del carbonato presente, ésta determinación es en frío. Se continúa la titulación ahora con anaranjado de metilo como indicador, valorando en esta forma el bicarbonato que existía originalmente más - la segunda mitad de carbonato. Se calienta al final de la titulación para eliminar el CO₂ liberado.

POTASIO.- (2) Este metal se detremino al estado de cloro platinado de potasio empleando ácido cloro platinico.

SODIO.- Calculado

Para el análisis del sulfato de sodio purificado se siguieron los metodos siguientes:

PERDIDA POR DESECACION.- (6) Pésese 1 g. de sulfato de sodio y calientese a 110°C. hasta peso constante.

PERDIDA POR CALCINACION.- (6) Pésese 1g. de sulfato de sodio previamente desecado a 110° C. y calcínese aproximadamente a 700°C hasta peso constante.

POR CEMENTO DE SULFATO DE SODIO.- (6) Pésese 0.4 g. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C., disuélvase en 200 ml. de agua destilada, agreguese poco a poco agitando continuamente 20 ml. de BaCl₂ caliente. Calientese a B. N. durante tres horas y dejese reposar durante la noche. Filtrese y lavese el precipitado hasta eliminar los cloruros; deseque, sométase a la calcinación hasta peso constante.

Cálculos.- El porciento de sulfato de sodio se obtiene por la fórmula:

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \% = \frac{\text{C} \times 0.6086 \times 100}{\text{P}} \quad \text{en que:}$$

C = Peso del precipitado de BaSO₄ calcinado.

P = Peso de la muestra.

0.6086 = Factor para combertir el sulfato de bario en sulfato de sodio.

INSOLUBLES.- (6) Disuélvase 10 g. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C. en 150 ml. de agua destilada, calientese a B.M. durante una hora, fíltrese por doble filtro, lavése con agua caliente y seque a 110°C hasta peso constante.

ACIDEZ.- (6) Disuélvase 5 g. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C . en 50 ml. de agua destilada libre de anhídrido carbónico. Agreguense 3 gotas de fenolftaleína; no debe dar color (alcali libre negativo). Titúlese esta solución con NaOH 0.02 N. hasta que aparezca un ligero color rosado.

Cálculos.- La acidez por ciento en H_2SO_4 se obtiene con la fórmula:

$$\text{ACIDEZ } \% = \frac{n \times 0.00098 \times 100}{P} \quad \text{en la cual:}$$

n = Número de ml. usados en la bureta.

0.00098 = Cantidad de H_2SO_4 contenida en 1 ml. de solución 0.02 N.

P = Peso de la muestra.

CLORUROS.- (6) Solución tipo de NaCl.- Disuélvase 0.165 g. de NaCl en agua destilada y complétese a 1000 ml., 1ml. = 0.1 mg. de Cl.

TECNICA.- Disuélvase en un tubo de Nessler de 50 ml., 2 g. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C . en 40 ml. de agua destilada, agreguense 4 ml. de HNO_3 diluido, 1 ml. de AgNO_3 , y afórese a 50 ml. Si se observa turbidez no debe ser mayor que la obtenida - con una prueba testigo que contenga 0.4 ml. de solución tipo.

Calculos para los grados de calidad A_1 y B_1 .

$$\frac{0.00006 \times 100}{P} = 0.006 = 0.003 \quad \text{que es el límite máx. en g. de cloro en las especificaciones.}$$

0.00006 = Cantidad en g. de cloro contenida en 0.6 ml. de solución tipo.

P. = Peso de la muestra.

Para los grados de calidad A_2 y B_3 :

$$\frac{0.00004 \times 100 \times 100}{P} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \quad \text{que es el límite máx. en g. de cloro en las especificaciones.}$$

0.0004 = Cantidad en gs. de cloro contenidas en 0.4 ml. de solución tipo.

100 = Corresponde a la disolución que se hizo de la muestra.

100 = La relación al % de la muestra tomada.

P = Peso en gs. de la muestra.

COMPUESTOS NITROGENADOS.- (6) Solución tipo.- Disuélvanse 0.382 g. de cloruro de amonio en agua destilada y complétese a 1000 ml.

1 ml. = 0.1 mg de N

Técnica.- Disuélvanse 4 gs. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C . en 50 ml. de agua destilada, agreguese 20 ml. de NaOH al 10% y un gramo de metal de Dcvarda (Cu 50 %, Al 45 %, Zn 5 %) en polvo, déjese reposar durante dos horas protegiendo contra pérdida y absorción de NH_3 . Destílese lentamente aproximadamente 45 ml. recibiendo en 5 ml. de agua destilada que contenga una gota de HCl diluido, agreguese al destilado 1 ml. de NaOH al 10 % y 2 ml. de solución de Nessler. El color producido no debe ser más intenso que el que resulte de tratar 0.2 ml. de la solución tipo.

FOSFATOS.- (6) Pésese un gramo de muestra previamente desecada a 110°C ., pongase en un tubo de Nessler, disuélvanse en 20 ml. de agua destilada. En otro tubo de Nessler, póngase si se trata de las calidades A_1 y B_1 0.3 ml. de solución de tipo (0.143 g. de fosfato monopotásico en 1000 de agua destilada) ó 0.5 ml. si se trata de - grados de calidad A_2 y B_3 . Agreguese a ambos tubos 20 ml. de agua destilada, añádase a cada uno de los tubos 1 ml. de H_2SO_4 al 25%, 1 ml. de cada uno de los reactivos A (5 gs. de molibdato de amonio en 100 ml. de H_2SO_4 N.) y B (0.2 g. de sulfato de p-metil-aminofenol en 100 ml. de agua destilada y 20 g. de bisulfito de sodio) y caliéntese a B.M. a 60°C . durante 5 minutos. Completese con agua hasta el aforo y compárese la intensidad de color de la muestra. No deberá ser mayor que el de la prueba testigo.

Solución tipo.- Disuélvanse 0.143 g. de fosfato mono potásico en agua destilada y aforesese a 1000 ml. (1 ml. = 0.1 mg de PO_4).

ARSENICO.- (6) Solución tipo.- Disuélvanse 0.132 g. de trióxido de arsenico en 15 ml. de solución de NaOH al 10%. Neutralícese la solución con ácido sulfúrico al 10% añádase 10 ml. mas de solución de ácido

y diluyase con agua destilada hasta completar 1000 ml. Tómese ml. - de ésta solución, añadase 10 ml. de H_2SO_4 al 10% y dilúyase con agua hasta completar 1000 ml.

Técnica.- Pése exactamente 1g. de muestra, disuélvase en 30 ml. de H_2SO_4 al 20%, póngase en el frasco pequeño del Gutzeit, diluyase con agua destilada hasta 50 ml. añadase 2 ml. de solución de sulfato férrico amónico, y 0.5 ml. de solución de cloruro estanoso, - inmediatamente despues de añadir granalla de zinc, tápese el frasco con el resto de aparato el cual debe estar listo con el papel reactivo al acetato de plomo y solución de acetato de plomo y una tira de papel sensibilizado con cloruro mercurio. Agítese de tiempo en tiempo para que la reacción se lleve a cabo regularmente, cuidando que la temperatura se mantenga entre 25-27°C. durante una hora y en caso que la mancha de papel no cambie en intensidad y tamaño se -- prolonga por 40 minutos más hasta que la mancha se estabilice; en seguida sáquese la tira de papel sensibilizado sumérgase en parafina fundida y procedase a la comparación con los patronos. La mancha no deberá ser mayor que la producida por una prueba testigo que con tenga 0.3 ml. de solución tipo o sea 0.000003 g. de As. para los grados de calidad A_1 y B_1 y no mayor que la producida en 2 ml. de la solución tipo, para los grados de calidad A_2 y B_3 , y no mayor de la producida con 1.7 ml. de la solución tipo para el grado de calidad B_2 .

CALCIO, MAGNESIO Y SUBSTANCIAS PRECIPITABLES POR EL HIDROXIDO DE AMONIO.-

Al filtrado de la prueba de insolubles agréguese 5 ml. de oxalato de amonio, 2 ml. de fosfato de amonio y 15 de hidroxido de amonio.- déjese reposar toda la noche. Si se forma algun precipitado, fíltrese, lávese con solución al 3% de NH_3 y calcínese hasta peso constante. El peso del precipitado calcinado no deberá ser mayor de 0.002 para las calidades A_1 y B_1 y 0.02 para las A_2 y B_3 .

METALES PESADOS.--(6) Solución tipo.-- Disuélvase 0.16 g. de nitrato de plomo en agua destilada y completese a 1000 ml.

Técnica.-- Disuélvase 1 g. de sulfato de sodio previamente desecados a 110°C . en 10 ml. de agua destilada, añádase 2 ml. de solución decimormal de HCl y dilúyase a 25 ml. con agua destilada y pásese a un tubo de Nessler de 50 ml. (tubo M -). Si se trata de los grados de calidad A_1 y B_1 póngase 0.1 ml. de solución tipo ó 0.23 ml. para la calidad B_2 ó 0.5 ml. para las calidades A_2 y B_3 agréguese tanto al tubo de la muestra como al tipo, 10 ml. de solución saturada recién preparada de H_2S , agítese, déjese reposar 10 minutos y completese con agua destilada hasta el aforo y compárese. La intensidad de color en el tubo M no deberá ser mayor que la del tipo para cada grado.

FIERRO.--(6) Solución tipo.-- Disuélvase 0.864 g. de sulfato férrico amónico de fórmula $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ en 1 ml. de H_2SO_4 al 10% y diluyase con agua hasta completar 1000 ml.

Técnica.-- Pésese 1 g. de sulfato de sodio previamente desecado a 110°C . pongase en un tubo de Nessler de 50 ml. disuélvase en 25 ml. de agua destilada agreguese 1 ml. de HCl concentrado y 1 ml. de ferrocianuro de potasio completese hasta el aforo. La coloración azul producida no deberá ser mayor que la de 0.1 ml. de solución tipo para las calidades A_1 y B_1 y 0.5 ml. para las calidades A_2 y B_3 -- tratadas en la misma forma que la muestra.

C A P I T U L O III.

PARTE EXPERIMENTAL.

Las muestras que se emplearon en este trabajo fueron tomadas en Viesca, Coah.; la I y II corresponden al llamado regionalmente "hueso" que puede ser considerado como un sub-producto que se obtiene en la elaboración de la sal común por medio de los evaporadores solares; en el fondo de estas fosas se forma una costra muy dura constituida por sulfato de sodio precipitado en las noches frías, y que por tener un producto de solubilidad menor que el cloruro de sodio precipitará primero, una vez agotada la salmuera del evaporador a pico y pala se recoge esa costra y es lo que denominan -- "hueso".

Las muestras III y IV se obtuvieron de unos yacimientos particulares pertenecientes al ejido de Villa Bilbao, en el mismo Municipio de Viesca siendo su concesionario el Gral. Rodríguez Triana, cuyo mapa de localización se adjunta, en la actualidad estos yacimientos no se encuentran en explotación.

Para la purificación por cristalización del sulfato crudo se toma una cantidad del lote de muestra, determinada por la tabla I, para obtener una solución saturada, la cual se deja en completo reposo, después de haberla agitado bien, hasta que el líquido quede claro, se decanta esta solución con el objeto de eliminar sólidos en suspensión, se enfría con hielo para efectuar una cristalización rápida del sulfato de sodio decahidratado, se prefirió este método a evaporar natural o físicamente la salmuera debido a que en esta forma en las aguas madres se eliminan todas las impurezas que tengan un producto de solubilidad mayor que el sulfato de sodio tales como calcio, magnesio, cloruros, Etc. Los cristales formados se separan del líquido madre, el cual se concentra un poco y se vuelve a enfriar para efectuar una segunda cristalización, procurando no agotar la solución con sucesivas cristalizaciones pues no eliminaríamos las impurezas.

Los cristales de decahidrato se funden en una capsula de porcelana agitando constantemente y a fuego lento para evitar que crepiten los cristales, hasta obtención de sulfato de sodio anhidro.

En el capitulo I se enunciaron los diferentes métodos para la producción de sulfato de sodio anhidro en escala comercial partiendo del decahidrato: el primero de ellos (fusión directa en horno rotatorio) es el más conveniente ya que las posibles incrustaciones que se forman se evitan con agitación constante, este fenómeno se presenta en todas las sales con alto contenido en agua de cristalización.

El método por evaporación al vacío se ensayó también notandose que la deshidratación es muy superficial y lenta por lo que económicamente no es costeable.

Los dos métodos restantes no se les puede dar aplicación industrial por su alto costo.

Para una explotación adecuada en las salmueras hay que practicar varios sondeos, alejados unos de otros con el fin de conocer la profundidad máxima del yacimiento ya que estos adquieren la forma generalmente de embudo, como se puede ver en la Fig. Y de no efectuarse la extacción en el punto mas profundo el aprovechamiento del filón sería desventajoso.

Una vez determinado el punto optimo, la salmuera será bombeada ya sea por motores de combustión o por papalotes movidos por aire, a una serie de tanques cavados en el terreno, cuya construcción y dimensiones dependerán de la constitución del terreno, topografía del mismo, condiciones climáticas, etc. debiendo orientaros de acuerdo con la dirección de los vientos dominantes para hacer más efectivo el proceso natural de evaporación y concentración de las soluciones. Los pisos de los tanques, poco profundos, deben ser en lo posible impermeables, para evitar pérdidas por infiltraciones, cosa que se logra ya sea dejando que se forme una capa arcillosa, o bien, permitiendo que como residuo de la explotación se deje, junto con el barro o arcilla imper--

meable, una capa de sal.

En la primera serie de tanques llamados receptores se agrega una lechada de cal con objeto de neutralizar la solución y precipitar en caso de haberlos Fe y Al al estado de hidróxidos.

Se deja reposar la solución y clara, se pasa al siguiente serie de tanques denominados de concentración, que están a un nivel inferior de los primeros por lo que la solución fluirá por gravedad; en estos tanques principia la precipitación del $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. La salmuera al salir de estos tanques debe tener un grado de concentración de 32°Bé ; una vez clarificada esta pasa al cristizador, cuya capacidad y características, deben calcularse previamente en donde por enfriamiento cristaliza el decahidrato. Los cristales son recolectados y el agua madre es regresada al evaporador solar nuevamente.

Un método para la obtención del sulfato de sodio anhidro partiendo del decahidrato es el descrito por Pierce () el cual consiste en: pasar los cristales del decahidrato a travez de un molino de rodillos, fundiéndolos después en un horno rotatorio a fuego directo, en esta operación una porción se deshidrata dejando el resto como solución saturada. El producto es pasado a un evaporador atmosférico y pasado después a un molino, secandolo finalmente en un secador rotatorio a fuego directo.

Aproximadamente el 71 % de la deshidratación es efectuada en el secador atmosférico y el 29 % a fuego directo.

En Belgica, E.U.A., y otros paises, hay plantas en que el sulfato de sodio anhidro es obtenido en la solución saturada de la salmuera por un evaporador de multiples efectos cuyo tipo para producción en gran escala es el A.S.Kristal.

La solubilidad del sulfato de sodio decrece arriba de la temperatura de transición de 32.6°C ., esto causa una rápida incrustación

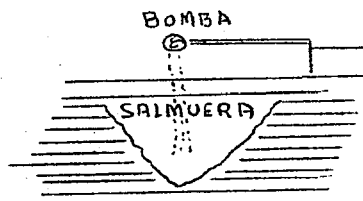
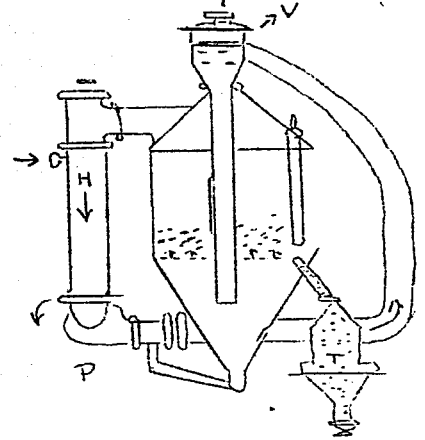
en los tubos de calentamiento en el tipo usual de evaporadores al vacío. En el Kristal la salmuera del sulfato es calentada rápidamente hasta alcanzar una super saturación y llevada a la cámara de vacío sin agitación con lo cual se incrementa la supersaturación. Se pasa ahora a través de una capa de cristales de sulfato de sodio -- anhidro con lo cual se rompe la saturación y se precipita el sulfato de sodio anhidro, que es recolectado por medio de una trampa.

En el caso del "hueso" (muestras I y II) este se disolverá en agua en cantidad suficiente para obtener una solución saturada, en tanques de madera se deja reposar durante algunas horas al cabo de las cuales se efectúa una decantación, pasando la solución saturada al cristalizador que es el mismo que se usó para el procedimiento anterior, juntando en esta forma las dos salmueras concentradas.

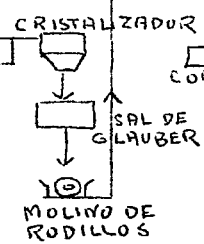
KRYSTAL

EVAPORADOR PARA Na_2SO_4 .

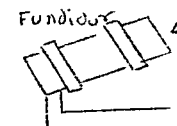
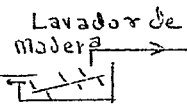
- V - CAMARA VAPORIZADORA
- C - CAMARA CRISTALIZADORA
- H - SALIDA DEL CALOR
- P - BOMBA DE CIRCULACION
- T - TRAMPA PARA SACAR LOS CRISTALES



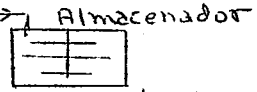
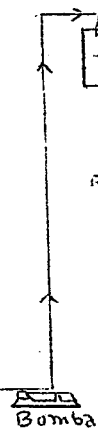
TANQUES



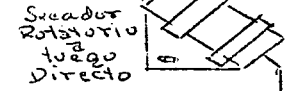
CRISTALZADOR



colector



Vapor activo escape de vapor



Na_2SO_4 Anhidro

TERRENOS DEL RCHO MURILLO

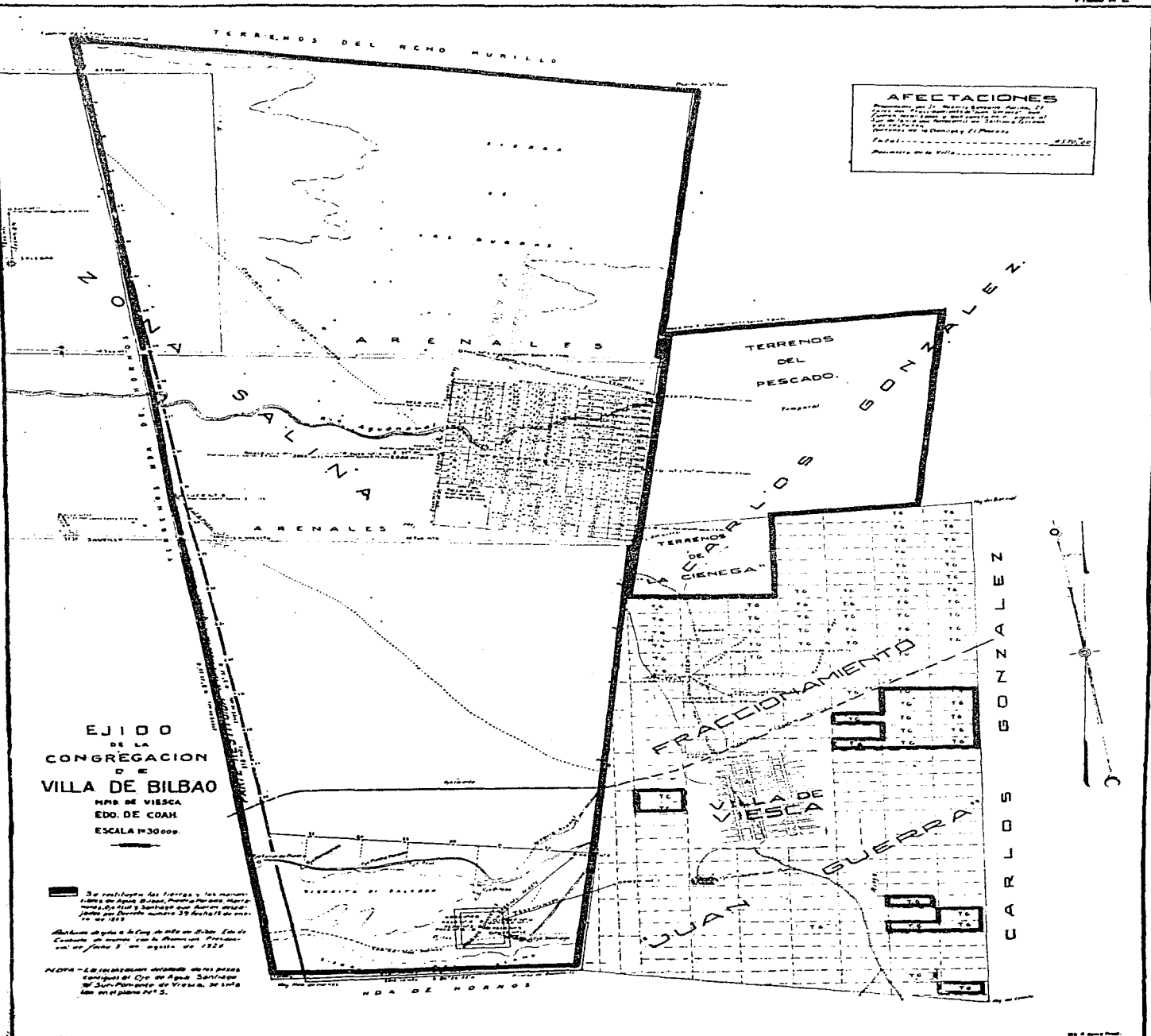
AFECTACIONES
 Propiedad por la Secretaría de Fomento, 27
 de Julio de 1911, declarando que el terreno
 que se describe en el presente plano, que
 se encuentra en el terreno del Rcho Murillo,
 perteneciente a Don Juan P. Guerra,
 se afecte para el uso de
 Asentamiento de la Villa.
 Asentamiento de la Villa:.....

EJIDO
 DE LA
CONGREGACION
 DE
VILLA DE BILBAO
 MPD DE VIESCA
 EDO. DE COAH.
 ESCALA 1:30000.

Se restituyen los terrenos y las manifiestaciones de Agua Salina, Piedad y Agua Salina, que pertenecieron a Don Juan P. Guerra, por el Decreto número 39 del 11 de Julio de 1911.

Asentamiento de Agua Salina y de Agua Salina, que pertenecieron a Don Juan P. Guerra, por el Decreto número 39 del 11 de Julio de 1911.

NOTA - El fraccionamiento de esta zona se hizo en el plano N° 1.



CARRERA DE HORRAS



C A P I T U L O I V .

R E S U L T A D O S .

T A B L A I V .

DETERMINACIONES	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	MUESTRA IV
Insol. en agua caliente	0.79	10.36	0.50	6.08
Sust. volátiles	6.07	3.82	1.17	6.52
Insol. en agua fría.	-----0.92	-----10.36	----0.97	-----6.07
Humedad.	-----0.84	----- 1.65	----0.77	-----4.44
Sulfatos (SO ₄)	-----60.97	----- 55.25	---65.28	-----55.82
Cloruros (Cl ⁻)	---- 3.55	---- 3.47	--huellas	---- 1.66
Carbonatos (CO ₃)	-----	-----	-----	-----
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	--- 0.04	--- 0.03	----0.77	---- 1.13
Calcio (Ca)	---- 0.36	---- 1.01	--huellas	---- 0.39
Magnesio (Mg)	---- 2.38	---- 0.13	--- 0.05	---- 1.54
Sodio (Na)	--- 29.21	--- 26.47	---31.28	---26.74
Potasio (K)	-----	-----	-----	-----
<hr/>				
T O T A L	98.27	98.37	99.12	97.79

Los resultados están expresados en %.

Las muestras purificadas por cristalización y analizadas según las especificaciones de la Norma Oficial para Sulfato de Sodio Neutro (6) dieron los siguientes resultados:

T A B L A V.

DETERMINACIONES	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	MUESTRA IV
Pérdida por desecación	0.42	0.41	0.04	0.03
Pérdida por calcinación	0.92	0.57	0.10	0.15
Na ₂ SO ₄	97.13	98.02	98.16	97.83
Insolubles en agua,	----	0.58	0.01	0.64
Acidéz (en H ₂ SO ₄)	0.02	0.03	0.02	0.04
Alcali libre	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros (en Cl),	0.33	0.02	Huellas	0.03
Compuestos nitrogenaos - (en N)	----	----	----	----
Fosfatos (en PO ₄)	----	----	----	----
Arsénico (en As)	----	----	----	----
Calcio y Magnesio y Sug tancias precipitables - per el NH ₄ OH,	----	----	----	----
Metales pesados (en Pb)	----	----	----	----
Fierro (en Fe),	----	----	----	----
T O T A L .-	98.82	99.63	98.33	98.72

Los resultados están expresados en %.

C A P I T U L O V
D I S C U C I O N .

En los analisis de las distintas muestras se dio más importancia a los insolubles en agua fría que en caliente, ya que en la practica las muestras III y IV se encuentran en solución, solo que como para tomar muestras en esta forma era necesario efectuar un sondeo, -trabajo muy costoso, se optó por hacer las determinaciones en sulfato cristalizado.

Observando los resultados obtenidos en el analisis de las distintas muestras se notaran que estan impurificadas principalmente por cloruros y magnesio, y en menor proporción por calcio y bicarbonatos. Industrialmente no se puede utilizar dichas muestras con un contenido superior a un 0.2 % de cloruros; en 0.3% de magnesio; 0.3% de calcio; y un 0.05% de bicarbonatos segun la Norma Oficial (6) y en este caso todos los elementos se presentan con un % superior (cloruros 3%; Magnesio 2%; calcio 1%; bicarbonatos 0.98%) . Impurezas - que se eliminan aprovechando los distintos productos de solubilidad que tienen con respecto al sulfato de sodio, precipitando este por enfriamiento resultando en la sal purificada un 0.02% de bicarbonato; un 0.18% de cloruros y eliminando totalmente el calcio y magnesio. Los por cientos anteriores son inferiores al maximo que dicta la norma Oficial (6) para la calidad A₂ (Industrial).

La acidez está un poco alta, se hará necesario bajarla con una lechada de cal; en cuanto al % de sulfato de sodio en todos los casos resulta mayor que el requerido, lo que significa un beneficio para el comprador y consecuentemente un mejor precio.

C A P I T U L O VI.

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

- 1.- Se ha hecho un estudio de cuatro muestras de sales de la Laguna de Viesca, al analizarlas se encontró que contenían un promedio de 87.75 % de sulfato de sodio y como impurezas -- calcio, magnesio, cloruros y bicarbonatos.
- 2.- En vista de su composición se estudió para su purificación el método que consiste en: precipitar por enfriamiento el - sulfato de sodio decahidratado pasando previamente la salmuera por unos tanques en donde a la vez que se concentra se se dimentan los sólidos en suspensión, eliminando impurezas como calcio, magnesio, cloruros, basándonos en las diferentes constantes de solubilidad. El decahidrato por calentamiento pierde su agua de cristalización quedando en forma anhidra.
- 3.- Se encontraron en el método propuesto las dificultades de la desecación en la sal por el porcentaje tan alto de agua de - cristalización que hace que se funda los cristales en su misma agua de cristalización y después se forme una masa.
- 4.- Para evitar este inconveniente se propone desecar en movi-- miento por medio de un horno rotatorio a fuego directo.
- 5.- La sal obtenida dió un promedio de 98.62 % de sulfato de so- dio y contiene como principales impurezas cloruros. Con el método propuesto se subió la concentración de sulfato de so- dio en un 11% y se eliminó un 2.9% de cloruros, se logró casi eliminar los sólidos en suspensión, bicarbonatos y se elimi- naron totalmente calcio y magnesio.

6.- El Método propuesto da una sal que está dentro de las especificaciones de las normas Oficiales de calidad A₂

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Anaya G.R. "Proyecto de una planta para la obtención de Sulfato de Sodio Anhidro". Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Químicas. U.N.A.M. México. (1946)
- 2.- Ass.Off. Agr. Chem., "Official Methods of Analysis, A.O.A.C.,-- Washington, D.C., 639-656, 1945.
- 3.- Bendesky S. "Purificación y Cristalización del sulfato de Sodio crudo". Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Químicas U.N.A. México(1946).
- 4.- Clavet E "Química General Aplicada a la Industria" Salvat S.A. 1 1936.
- 5.- Dana S.E. "Text book of Mineralogy" John Wiley & Sons. Inc N.York 747-757, 1945.
- 6.- Dirección General de Normas. Norma Oficial para Sulfato Neutro de sodio. Sec de Economía Nacional. México 1946.
- 7.- Gonzalez Reyna J. "Riqueza Minera y Yacimientos Minerales en - México ". Monografía Industrial del Banco de México.(1947).
- 8.- Larralde A. "Estudio acerca de los depositos de sulfato de sodio y cloruro de sodio. Localizados en el Municipio de Viesca Coah. Revista Industrial. 2, No 9, 21, (1938).
- 9.- Laury N.A. "Hydrochloric Acid and Sodium Sulfate" The Chemical Catalog. Co. Inc. N. York 1927.
- 10.- Lozano Garcia R. " Estudio Técnico de la Industria de la Sal - en México". Instituto de Geología. U.N.A.M. México (1946).
- 11.- Molinari. H. " Química General Aplicada a la Industria". Gustavo Gil. 2, 655, 1920.
- 12.- Muspratt. " Enciclopedia Química Industrial". Francisco Seix. - Barcelona. 12, 692. 1938.

- 13.- Riegel E.R. "Industrial Chemistry". Reinhold Publishing Corporation N. York.
- 14.- Riesenfeld E.H. "Tratado de Quimica Inorganica". 432, 1944.
- 15.- Roger A. "Manual of Industrial Chemistry". D. Van Nostrand Co. N. York. 1, 373, 1942.
- 16.- Rogers C.W. "El sulfato de Sodio sus fuentes y sus aplicaciones Revista Industrial. 3, No. 13, 7, (1938)
- 17.- Scott W. "Standard Methods of Chemical Analysis". D. Van Nostrand Co. N. York. 2, 1936, 1945.
- 18.- Shreve R.N. "The Chemical process Industrial" Mc. Graw Hill - Book, Co. Inc. N. York 261, 1945.
- 19.- Teeple E.J. " The Industrial Development of Scarsles Lake". -- Brinc Reinhold Publishing. Co, Inc. N. York.
- 20.- Ullman F. "Enciclopedia de quimica Industrial". Gustavo Gil. Barcelona. 2, 444, 1931.

RECEIVED
MAY 19 1945

RECEIVED
MAY 19 1945