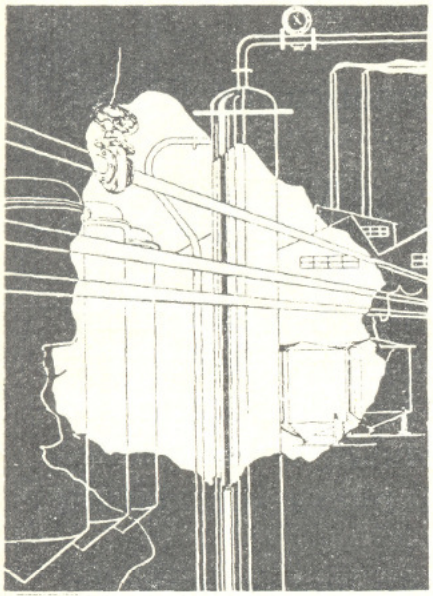


Química Industrial

PUBLICACION CIENTIFICA Y TECNICA DE LA ASOCIACION DE QUIMICOS INDUSTRIALES DEL URUGUAY

Afiliada a la Agrupación Universitaria del Uruguay
Agraciada 1464 p. 13 — Montevideo, Uruguay

NUMERO 6 VOLUMEN II
AÑO VIII DICIEMBRE 1955

EDITORIAL

HACIA LA INGENIERIA QUIMICA

Con motivo de encontrarse las autoridades de la Facultad de Química y Farmacia, abocadas al estudio de nuevos planes de enseñanza, para las carreras de Química Industrial y Química Farmacéutica, los dirigentes de nuestra Asociación consideraron conveniente y oportuno, reactualizar el problema de la necesidad del cambio de la orientación de nuestra profesión hacia la Ingeniería Química, con objeto de auscultar una vez más, la opinión de los químicos industriales sobre este importante asunto.

Fué así que en Asamblea General Extraordinaria, convocada con fecha 26/8/1955 con ese único propósito, la unanimidad de asistentes resolvió refirmar la necesidad de orientar la enseñanza de nuestra profesión universitaria hacia las disciplinas de la Ingeniería Química, como consecuencia de los mayores conocimientos tecnológicos que la industria nacional requiere y exige de sus profesionales colaboradores, asesores y directivos.

Nuestro país precisa en forma cada vez más imperiosa, aprovechar los servicios de universitarios que estudien y resuelvan los múltiples problemas técnico-económicos que actualmente se plantean y especialmente los que se presentarán en el futuro, en base a los conocimientos adquiridos en forma racional y eficiente en nuestros centros de estudios superiores. Y es por consiguiente una obligación de nuestra Facultad, el preparar, educar y orientar nuevas generaciones de profesionales técnicos, que estén cabalmente capacitadas como para poder

MEJORAMIENTO DE LAS CALIZAS DEL QUEGUAY

Q. I. MARIO BENEDETTI, LUIS H. MEYER y Q. I. HECTOR MUJICA

División de Investigaciones Científicas de ANCAP.

Segunda comunicación

En nuestra primera comunicación (1) sobre los ensayos tendientes a beneficiar las calizas de la zona de Queguay (Dpto. de Paysandú) con la finalidad de hacerlas aptas para la Industria del Cemento Portland, hemos descrito los trabajos que nos han conducido a obtener su mejoramiento, bajando su tenor en sílice, mediante el proceso de flotación.

Los primeros ensayos de laboratorio estuvieron destinados a dictaminar sobre la posibilidad de adaptar el proceso de flotación para este mineral en estudio.

Confirmada la aptitud de estas calizas de poder ser beneficiadas por este procedimiento, nos queda ahora estudiar las condiciones más apropiadas para lograr una eficiente concentración.

En oportunidad de la comunicación anterior se aconsejaban ciertos reactivos como los más apropiados entre los pocos estudiados hasta la fecha. En los trabajos, que en este informe se detallan, se ha realizado un amplio estudio de: 1º) las mejores condiciones para realizar la flotación y 2º) los reactivos más convenientes tanto del punto de vista técnico como económico para ser utilizados en este proceso.

Esta segunda comunicación fué presentada con el Nº 42 en las Sesiones Uruguayas de Química de setiembre de 1954.

MUESTRA.

Los ensayos se realizaron sobre una muestra de aproximadamente cinco toneladas de mineral, que nos fué enviado por el Departamento Técnico de ANCAP, desde los yacimientos de Queguay, en el Depto. de Paysandú.

El material fué recibido en trozos de tamaño muy variable, con las características más corrientes de la caliza de ese origen, es decir formada por un calcareo duro, blanco y compacto que contiene cuarzo clástico. Presenta una silificación de grados variables, en algunos puntos la roca se ha vuelto totalmente silícea tomando un color rosado, que ha sido denominada por K. Walter "carneolita".

El análisis promedio de la muestra, arrojó el siguiente resultado.

Pérdida por calcinación	31.89 %
Sílice como SiO_2	26.14 "
R_2O_3	1.90 "
Fe_2O_3	0.78 "
Calcio como CaO	39.67 "
Magnesio como MgO	0.12 "
No dosados y pérdidas	0.28 "
Carbonato de calcio	70.80 "
Carbonato de magnesio	0.25 "

PLAN DE TRABAJO:

Para su ordenamiento, hemos dividido esta serie de nuevos ensayos en las siguientes partes:

Parte I) Utilización del ácido oleico de producción nacional, como reactivo colector para la flotación de la caliza.

Parte II) Utilización del silicato de sodio de producción nacional, como depresante de la ganga silicosa en la flotación de la caliza.

Parte III) Utilización del ácido oleico y cresol como reactivo colector en la flotación de la caliza.

Parte IV) Utilización del oleato de sodio, como reactivo colector en la flotación de la caliza.

Parte V) Utilización del oleato de sodio y cresol como reactivo colector para la caliza.

Parte VI) Conclusiones finales.

PARTE I)

Utilización del ácido oleico de producción nacional, como reactivo colector para la flotación de la caliza.

Su estudio se dividió en las siguientes secciones:

Sección A: Estudio de distintos solventes para el ácido oleico.

Sección B: Estudio de la influencia de distintos depresantes cuando se utiliza como colector el ácido oleico en la flotación de la caliza.

Sección C: Estudio de la mezcla "ácido oleico-oleato de sodio", como colectora para la flotación de la caliza.

Sección D: Conclusiones parciales.

Hasta el presente habíamos utilizado en nuestros ensayos, ácido oleico proporcionado por distintas compañías.

Por razones obvias, hemos querido sustituirlo por producto obtenido en plaza.

Se utilizó para este ensayo el ácido oleico producido por la Compañía Bao de Montevideo, cuyas características analíticas son las siguientes:

Humedad	2.30 %
Acido oleico	97.00 "
No dosados	0.70 "

En el siguiente ensayo previo, se comprobaron las características colectoras de este ácido oleico.

ENSAYO Nº 22

Reactivos utilizados:

Dextrina: 1.0 lb/ton.
Acido oleico: 1.0 lb/ton.

	Materia prima	*Flotado*	*Residuo*
Carbonato de calcio	66.03 %	92.50 %	27.70 %

Como se observa de los resultados, se obtiene una concentración satisfactoria, lo que nos permite asegurar que el ácido oleico de producción nacional, de la Compañía Bao de Montevideo, se presta perfectamente para ser utilizado como reactivo colector en la flotación de este tipo de caliza.

En lo sucesivo, en todos los ensayos a realizarse, se utilizará este ácido oleico.

SECCION A.

Estudio de distintos solventes para el ácido oleico.

El objeto de esta serie de ensayos, es encontrar el solvente más apropiado para el ácido oleico, al ser utilizado en los ensayos de laboratorio.

Si bien en la gran industria el ácido oleico se suministra directamente a la pulpa en la célula de flotación, en los ensayos de laboratorio es conveniente utilizarlo diluído.

Se ha intentado buscar un solvente de condiciones tales que no sólo no modificara las características colectoras del ácido eleico, sino que también las acrecentara en lo posible, o le comunicara nuevas propiedades, como por ejemplo, una mayor acción espumante.

Los solventes que se han ensayado para el ácido eleico son los siguientes:

Ensayos 23 y 25: gas oil.
Ensayo 24: kerosene deshidratado.
Ensayo 26: alcohol rectificado.
Ensayos 27 y 28: alcohol desnaturalizado.

Los ensayos realizados se han agrupado en el Cuadro Nº 1, empleándose en ellos las siguientes cantidades de reactivos:

Depresante: dextrina 1.0 lb/ton.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton.
Los porcentajes están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 1

Ensayo Nº	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
23	72.30	84.69	53.09	71.20	28.79
24	84.60	91.74	65.88	78.40	21.59
26	81.76	87.23	26.76	97.02	2.96
27	79.30	88.97	62.59	71.32	28.67

Modificaciones en la concentración de la mezcla oleico-gas oil

Se ensayan distintas concentraciones con la finalidad de observar si ellas intervienen en la obtención de una buena concentración del mineral.

CUADRO Nº 2

Ensayo Nº	*Cantidad colector*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
23	1.0 lb/t	72.30	84.69	53.09	71.20	28.79
25	0.75 "	77.72	81.04	71.26	68.87	31.12

El porcentaje de recuperación que se obtiene, aún utilizando una libra por tonelada de ácido oleico en gas oil, no es satisfactorio.

Modificaciones en la concentración de la mezcla oleico-alcohol desnaturalizado

Como en el caso anterior, se intenta mejorar el porcentaje de recuperación por modificaciones en la concentración del ácido oleico.

En el cuadro Nº 3 se resumen estos resultados:

CUADRO Nº 3

Ensayo Nº	*Cantidad colector*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
23	1.0 lb/t	79.30	88.97	62.59	71.32	28.67
28	2.0 "	79.30	89.34	62.60	70.35	29.64

De la comparación de los resultados obtenidos en estos ensayos, resulta evidente que el proceso de flotación se desarrolla en mejor forma cuando se utiliza el ácido oleico como colector, disuelto en alcohol rectificado de 96º, como se demuestra en el Ensayo Nº 26 (Cuadro Nº 2).

Los intentos para encontrar un solvente para el ácido oleico, que tuviera además características espumantes, como el kerosene y el gas oil, no han dado resultados satisfactorios.

El alcohol desnaturalizado, como se ve en el Cuadro Nº 3, tampoco ha demostrado ser apropiado para su uso como solvente del ácido oleico; probablemente la presencia de las impurezas que la A.N.C.A.P. utiliza para su desnaturalización, interfieran en la adherencia de las partículas de caliza con las burbujas.

SECCION B

Estudio de la influencia de distintos depresantes cuando se utiliza el ácido como colector de la caliza

En los ensayos que a continuación se detallan, se han estudiado las actuaciones de distintos depresantes para la ganga silicosa que acompaña a la caliza en estudio.

Todos los depresantes ensayados son de producción nacional, de bajo costo, y de suministros normales en plaza.

En los ensayos agrupados en el Cuadro Nº 4, se han utilizado los reactivos en las siguientes proporciones:

Depresante: 1.0 lb/ton.

Colector: ácido oleico, 1.0 lb/ton.

Los resultados están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 4

Ensayo Nº	*Depresante*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
30	Dextrina Nacional	80.12	88.12	42.77	90.46	9.54
31	Almidón soluble	80.53	86.36	39.79	93.41	6.59
32	Dextrina Extranjera	80.71	87.90	46.83	89.74	10.26

De acuerdo a estos resultados, si bien se observa que el reactivo que actúa con mayor eficacia es el almidón soluble, **se destaca la eficiente acción depresante de la Dextrina.**

Con esto confirmamos los resultados elevados en el informe anterior, cuando se utilizó dextrina de procedencia extranjera. La similitud de acción con la dextrina de producción nacional es evidente.

Estudio comparativo de la acción de distintos tipos de dextrina de producción nacional.

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados, nos conducen a estudiar la acción depresante de diversos tipos de dextrinas, que se producen en el País.

Las dextrinas ensayadas nos han sido proporcionadas por el Laboratorio Claussen, y responden a los tres tipos que allí normalmente se obtienen: **dextrina blanca, dextrina amarilla y dextrina tostada.**

En todos los casos, se ha utilizado una cantidad de dextrina de 1.0 lb/ton.

Los resultados se agrupan en el cuadro Nº 5. Las cantidades de reactivos que se emplean, son las siguientes:

Depresante: 1.0 lb/ton.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton.
Los porcentajes están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 5

Ensayo Nº	*Depresante*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
39	Dextr. blanca	83.59	85.73	57.70	95.19	4.81
40	" amarilla	83.03	86.44	50.20	94.32	5.67
41	" Tostada	81.17	88.42	49.53	88.63	11.37

Los resultados son bastante similares, cualquiera sea el tipo de dextrina que se utilice como depresante, aún cuando se nota una baja en el porcentaje de recuperación al utilizar dextrina tostada.

La concentración del flotado no es, sin embargo, enteramente satisfactoria.

Estudio de distintos depresantes, utilizando siempre como colector el ácido oleico.

Se realizó un estudio comparativo de la acción de distintos depresantes, con la finalidad de determinar el mejor de ellos.

Los resultados están dados en el Cuadro Nº 6, y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: 1.0 lb/ton. en todos los casos.

Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton. en todos los casos.

Los porcentajes están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 6

Ensayo Nº	*Depresante*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
39	Dextr. blanca	83.59	85.73	57.70	95.19	4.81
42	Silicato de sodio Denver	81.33	87.42	51.45	89.30	10.70
43	Silicato de sodio industria urug.	80.03	85.22	38.43	94.68	5.32

Los resultados son bastante similares desde el punto de vista técnico, pero no desde el punto de vista económico.

Existe una gran diferencia en el precio de costo de estos tres depresantes, siendo el **más económico el silicato de sodio de industria** nacional.

Estudios sobre la concentración del silicato de sodio actuando como depresante, cuando se utiliza ácido oleico en la flotación de la caliza.

De los resultados anteriores, se desprende la gran eficiencia del silicato de sodio, como depresante de la ganga silícea. En el cuadro número 7 se exponen los resultados de los ensayos llevados a cabo con la finalidad de observar la influencia de la concentración del silicato de sodio, empleándose los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio de industria uruguaya, en todos los casos.

Colector: ácido oleico 1.0 lb/tin. en todos los casos.
Los porcentajes están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 7

Ensayo Nº	*Depresante lbs/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
44	1.0	80.03	85.22	38.43	94.68	5.32
43	2.0	81.08	89.34	55.89	82.97	17.03

El aumento, después de cierto límite, de la cantidad de silicato de sodio, disminuye el porcentaje de recuperación.

En futuros ensayos determinaremos la cantidad óptima de este depresante, para obtener una eficiente concentración.

SECCION C

Estudio de la mezcla colectora, compuesta por ácido oleico con diez por ciento de oleato de sodio.

Se estudian a continuación los efectos colectores de la mezcla de ácido oleico con diez por ciento de oleato de sodio; para ello, en primer término, se ha hecho actuar la mezcla frente a distintos depresantes para la ganga silicosa.

Los resultados están dados en el cuadro Nº 8, y las cantidades de reactivos que se emplearon son las siguientes:

Depresante: 1.0 lb/ton. en todos los casos.
Colector: ácido oleico con diez por ciento de oleato de sodio, 1.0 lb./ton. en todos los casos.
Los porcentajes están dados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 8

Ensayo Nº	*Depresante*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
33	Dextrina amarilla	80.72	87.55	19.20	97.62	2.38
34	Dext. blanca .	82.90	91.05	38.50	92.70	7.30
35	Almidón soluble	80.29	88.05	51.73	86.22	13.76
36	Almidón soluble de maíz (*)	83.75	86.85	67.87	86.77	13.23

(*) Este almidón soluble de maíz ha sido preparado a partir de harina de maíz, según la técnica aconsejada en "Minería Peruana" de Mayo 1944 pág. 22.

De acuerdo con estos resultados, aparece la dextrina actuando como el mejor depresante cuando se utiliza como colector, la mezcla de ácido oleico con diez por ciento de oleato de sodio.

Estudio comparativo de dos distintos colectores: el ácido oleico y el ácido oleico con diez por ciento de oleato de sodio.

En los siguientes ensayos se ha pretendido comparar ambos colectores, utilizando la dextrina como depresante en ambos casos.

Depresante: dextrina 1.0 lb/ton. en ambos casos.

Colector: 1.0 lb/ton. en ambos casos.

CUADRO Nº 9

Ensayo Nº	*Colector*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
33	Ac. oleico ...	83.75	93.71	35.49	92.77	7.33
37	Id. con 10 % de oleato	80.72	87.55	19.20	97.62	2.38

De estos resultados se confirman las excelentes características colectoras del ácido oleico y de la mezcla de ácido oleico con oleato de sodio.

SECCION D

Conclusiones parciales.

– El solvente más apropiado para el ácido oleico, cuando se utiliza en ensayos de flotación de laboratorio, es el alcohol rectificado de 96º.

– La dextrina blanca de producción nacional ha demostrado poseer extraordinarias características depresantes para la ganga silícea.

– El silicato de sodio de producción nacional presenta características depresantes tan eficaces como la dextrina y tiene la ventaja de su costo mucho más reducido.

– La mezcla de ácido oleico y 10 % de oleato de sodio, tiene características colectoras de gran eficacia para la caliza.

PARTE II)

Utilización del silicato de sodio de producción nacional como depresante de la ganga silicosa, en la flotación de la caliza.

De los ensayos anteriores se ha revelado el silicato de sodio como un depresante eficaz de la sílice, cuando se procede a concentrar la caliza por el procedimiento de flotación.

El uso es comparable, en eficacia, a la dextrina.

Como el silicato de sodio tiene en nuestro país una ventaja económica apreciable —su costo es aproximadamente la tercera parte del de la dextrina— se ha buscado en esta nueva serie de ensayos, encontrar las condiciones óptimas de trabajo del silicato de sodio, con la finalidad de abaratar el proceso en el rubro "gastos de reactivos".

Para su ordenamiento, hemos dividido esta parte de los trabajos en las siguientes secciones:

Sección A: Búsqueda de la concentración óptima del silicato de sodio.

Sección B: Influencia de la introducción del aceite de pino empleado como reactivo espumante.

Sección C: Modificaciones producidas por variaciones en la concentración del colector (ácido oleico).

Sección D: Estudio de la concentración óptima del silicato de sodio, cuando se utiliza ácido oleico como colector y aceite de pino como espumante.

Sección E: Estudio del grado de finura óptimo.

Sección F: Estudio comparativo del uso de distintos silicatos de sodio de producción nacional.

Sección G: Estudio sobre la concentración óptima de silicato de sodio de producción nacional.

Sección H: Ensayos en escala semi-industrial.

Sección I: Conclusiones parciales.

SECCION A

Búsqueda de la concentración óptima del silicato de sodio.

Se realizaron distintos ensayos con la finalidad de lograr la concentración óptima del silicato de sodio, utilizando como colector el ácido oleico.

Los resultados están dados en el cuadro Nº 10 y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio, en cantidades variables.

Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton. en todos los casos.

Los resultados están expresados en **insolubles en ácido clorhídrico**. En los futuros ensayos, se ha seguido con este criterio, con la finalidad de simplificar la parte analítica de los ensayos de flotación.

CUADRO Nº 10

Ensayo Nº	*Silicato lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
47	1.0	23.31	8.62	65.36	88.31	11.69
49	0.5	19.52	8.29	54.37	86.18	13.82
51	0.25	14.05	7.15	39.20	84.81	15.19

Se observa que no hay una diferencia apreciable en el porcentaje de recuperación, por el uso de cantidades de silicato de sodio mayores de 0.25 lb/ton.

SECCION B

Influencia de la introducción del aceite de pino, empleado como reactivo espumante.

A pesar de que el ácido oleico utilizado como colector en los procesos de flotación cumple una doble misión, la de colector y la de espumante, se ha creído conveniente estudiar la acción del agregado de otro reactivo de características espumantes.

Se ha elegido para este estudio, el aceite de pino proporcionado por la firma Industrias Químicas Uruguayas "Duperial", y que, como es sabido, es uno de los espumantes por excelencia.

Además, debido a su constitución química, presenta características menos aceitosas que los otros espumantes utilizados, como por ejemplo el gas-oil, y que, por consiguiente, no obraría en el sentido de impedir la acción selectiva del colector.

Se han utilizado cantidades muy pequeñas de espumante. La mayor concentración utilizada ha sido de 0.1 lb/ton.

Los resultados obtenidos están dados en el cuadro Nº 11, y las cantidades de reactivos empleadas son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio 0.25 lb/ton. en todos los casos.

Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton. en todos los casos.

Espumantes: aceite de pino en cantidades variables.

CUADRO Nº 11

Ensayo Nº	*Aceite de pino lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
51	—..—	14.05	7.15	39.20	84.81	15.19
54	0.05	14.28	7.74	43.98	88.21	11.78
52	0.10	13.30	8.52	50.58	93.52	6.47

De estos resultados se desprende la **evidente mejora en el porcentaje de recuperación cuando se utiliza acite de pino,** llegando a ser óptimo cuando se usa en cantidad de 0.10 lb/ton.

SECCION C

Modificaciones producidas por variaciones en la concentración del colector (ácido oleico).

En los ensayos anteriores se ha demostrado la acción sumamente beneficiosa del empleo de un reactivo espumante, actuando conjuntamente con el ácido oleico y en presencia del depresante silicato de sodio.

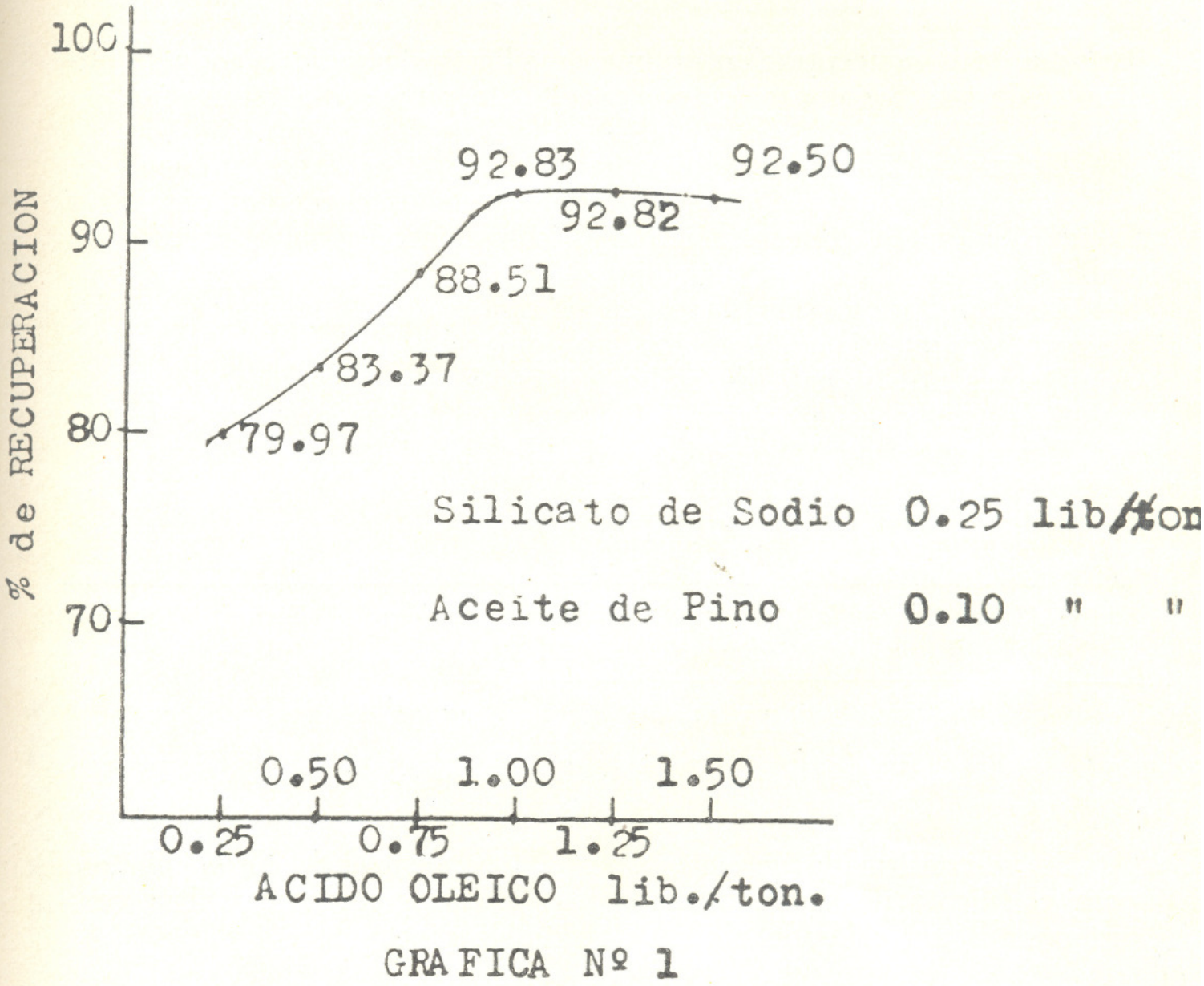
Esto nos lleva a la revisión de la concentración del colector, ya que si bien en la cantidad de 1.0 lb/ton. su comportamiento era correcto, debemos determinar si esa concentración puede ser disminuída.

Los resultados están dados en el Cuadro Nº 12 y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio, 0.25 lb/ton., en todos los casos.
Colector: ácido oleico, en cantidades variables.
Espumante: aceite de pino 0.10 lb/ton. en todos los casos.

CUADRO Nº 12

Ensayo Nº	*Ac. Oleico lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
58	0.25	14.82	8.44	33.35	79.97	20.03
57	0.50	14.96	7.78	38.84	83.37	16.63
56	0.75	14.70	8.49	44.02	88.51	11.48
55	1.00	14.27	7.57	55.75	92.83	7.17
59	1.25	14.78	8.84	53.71	92.82	7.18
60	1.50	14.27	7.58	54.58	92.50	7.50



Gráfica representando la variación del porcentaje de recuperación de acuerdo a las variaciones en la concentración de la cantidad de ácido oleico utilizada.

A través del estudio de estos resultados, se observa que el aumento del porcentaje de recuperación es proporcional al aumento del reactivo colector, hasta llegar a la cantidad de 1.0 lb/ton. de ácido oleico.

A partir de ese punto, el porcentaje de recuperación permanece casi invariable, pese al aumento de colector.

El valor óptimo estaría pues determinado por esa concentración de 1.0 lb/ton. para el ácido oleico.

SECCION D

Estudio de la concentración óptima de silicato de sodio cuando se utiliza ácido oleico como colector y aceite de pino como espumante.

Determinadas en ensayos anteriores las cantidades óptimas de ácido oleico y aceite de pino, procedemos en los siguientes ensayos a la revisión de la concentración más conveniente para el silicato de sodio.

Los resultados están dados en el cuadro Nº 13 y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio, en cantidades variables.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton. en todos los casos.
Espumante: aceite de pino 0.10 lb/ton. en todos los casos.

CUADRO Nº 13

Ensaye Nº	*Silicato de sodio lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
61	0.25	13.43	6.78	45.05	88.97	11.03
66	0.10	22.07	10.02	57.40	86.15	13.84

Se ve confirmada de esta manera, la **concentración de 0.5 lb/ton. para el silicato de sodio, como la más eficaz,** cuando se utiliza conjuntamente con el ácido oleico y aceite de pino.

SECCION E

Estudio del grado de finura óptimo.

Otra de las condiciones que es necesario determinar para lograr la máxima eficiencia en la concentración por flotación, es el grado de pulverización óptimo para el material en estudio.

La experiencia ha demostrado que un grado de finura óptimo para un reactivo determinado, puede no serlo cuando se emplean otros reactivos.

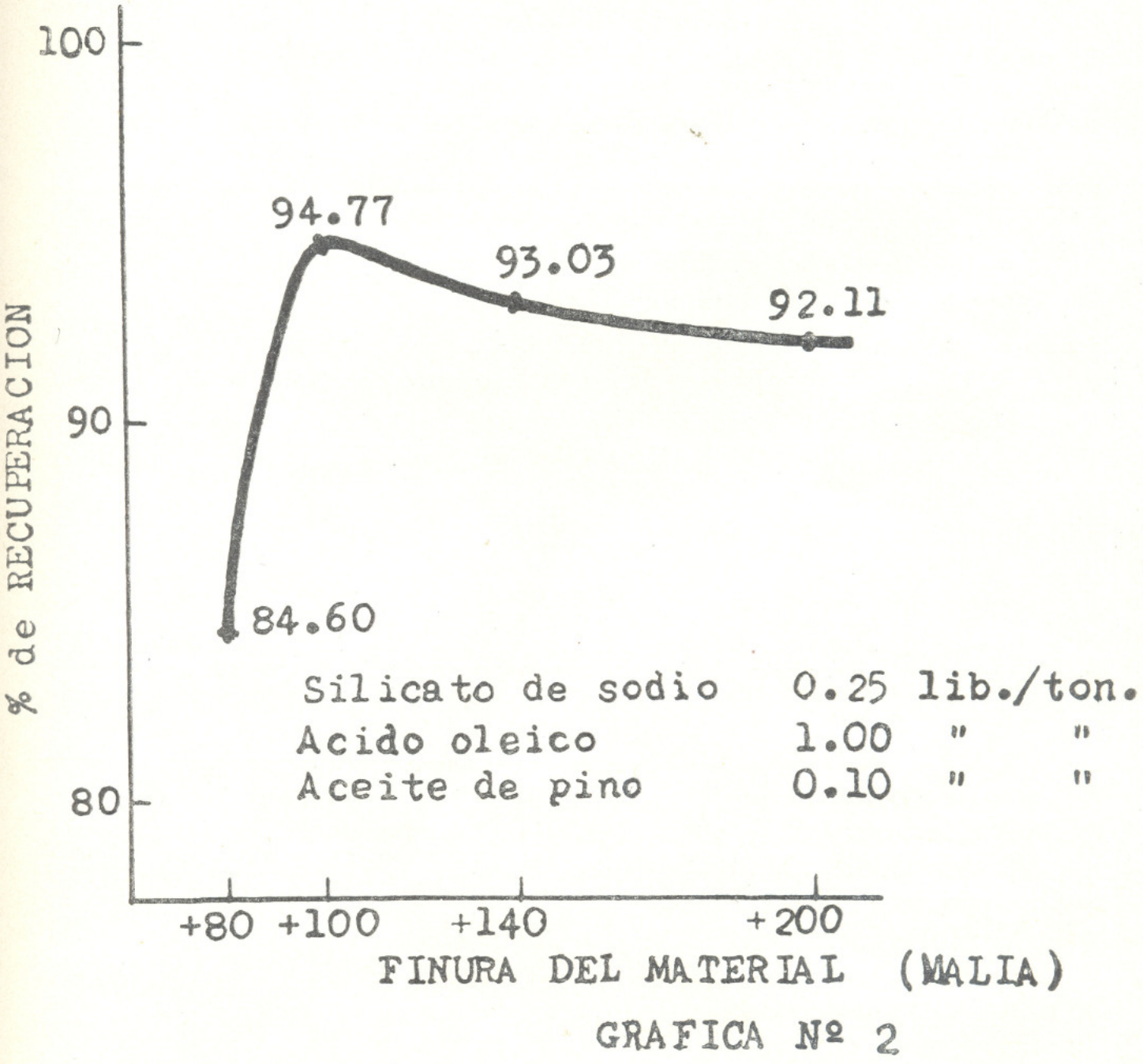
Los resultados están dados en el Cuadro Nº 14 y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio 0.25 lb/ton.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton.
Espumante: aceite de pino 0.10 lb/ton.

CUADRO Nº 14

Ensayo Nº	*Malla Nº*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Residuo %*	*Recup. %*
62	+ 80	15.35	6.51	44.35	84.60	15.39
61	+ 100	13.43	6.78	45.05	94.77	5.33
64	+ 140	12.21	6.82	50.64	93.03	6.97
65	+ 200	8.94	5.97	33.48	92.11	7.89

Igual que para otros reactivos, el grado de finura óptimo para los que ahora estamos considerando, **es el correspondiente a la malla + 100.**



GRAFICA Nº 2

Gráfica representando las variaciones del porcentaje de recuperación cuando se modifica el grado de finura de la materia prima.

Un mayor grado de pulverización, provoca un descenso en el porcentaje de recuperación.

En los ensayos que se hagan más adelante, se utilizará siempre material tamizado por la malla + 100.

SECCION F

Estudio comparativo del uso de distintos silicatos de sodio de producción nacional.

Lograda la determinación de las principales condiciones y concentraciones de estos reactivos para realizar la concentración por flotación de la caliza hemos procedido a sustituir el silicato de sodio de origen extranjero, por los distintos tipos de silicato de sodio de producción nacional. Las razones son obvias.

Los distintos tipos de silicatos nacionales ensayados fueron proporcionados por la Compañía Nacional de Silicatos S. A., y son los siguientes:

Silicato de sodio neutro 40° Bé.
Silicato de sodio alcalino 42° Bé.
Silicato de sodio alcalino 60° Bé.

Los resultados de los ensayos realizados están dados en el Cuadro Nº 15, y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: distintos tipos de silicatos de sodio en cantidades de 0.25 lb/ton. en todos los casos.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton. en todos los casos.
Espumante: aceite de pino 0.10 lb/ton. en todos los casos.

CUADRO Nº 15

Ensayo Nº	*Depresante*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
67	silicato de sodio neutro 40° Bé	15.02	9.31	61.88	95.08	4.92
68	silicato de sodio alcalino 42° Bé	14.86	9.28	58.44	94.41	5.60
69	silicato de sodio alcalino 60° Bé	14.76	6.65	60.94	93.14	6.85
70	idem	15.04	9.31	65.88	95.88	4.11

Las distintas clases de silicato de sodio de producción nacional demuestran actuar perfectamente como reactivos depresantes. Los porcentajes de recuperación se mantienen dentro de idénticos valores.

Existe, sin embargo, una **diferencia en favor del silicato de sodio alcalino de 60° Bé.,** que ha bajado de manera más sensible los insolubles del flotado. Por este motivo preferimos como depresante y utilizaremos en nuestros ensayos posteriores, el silicato de sodio alcalino 60° Bé.

SECCION G

Estudio sobre la concentración óptima de silicato de sodio de producción nacional.

Dando fin a esta serie de ensayos utilizando el silicato de sodio como depresante de la ganga silícea, vamos a determinar la concentración óptima en que se debe el silicato de sodio alcalino de 60° bé.

Aclaramos que las cantidades expresadas en los ensayos corresponden al silicato de sodio, tal cual viene de fábrica.

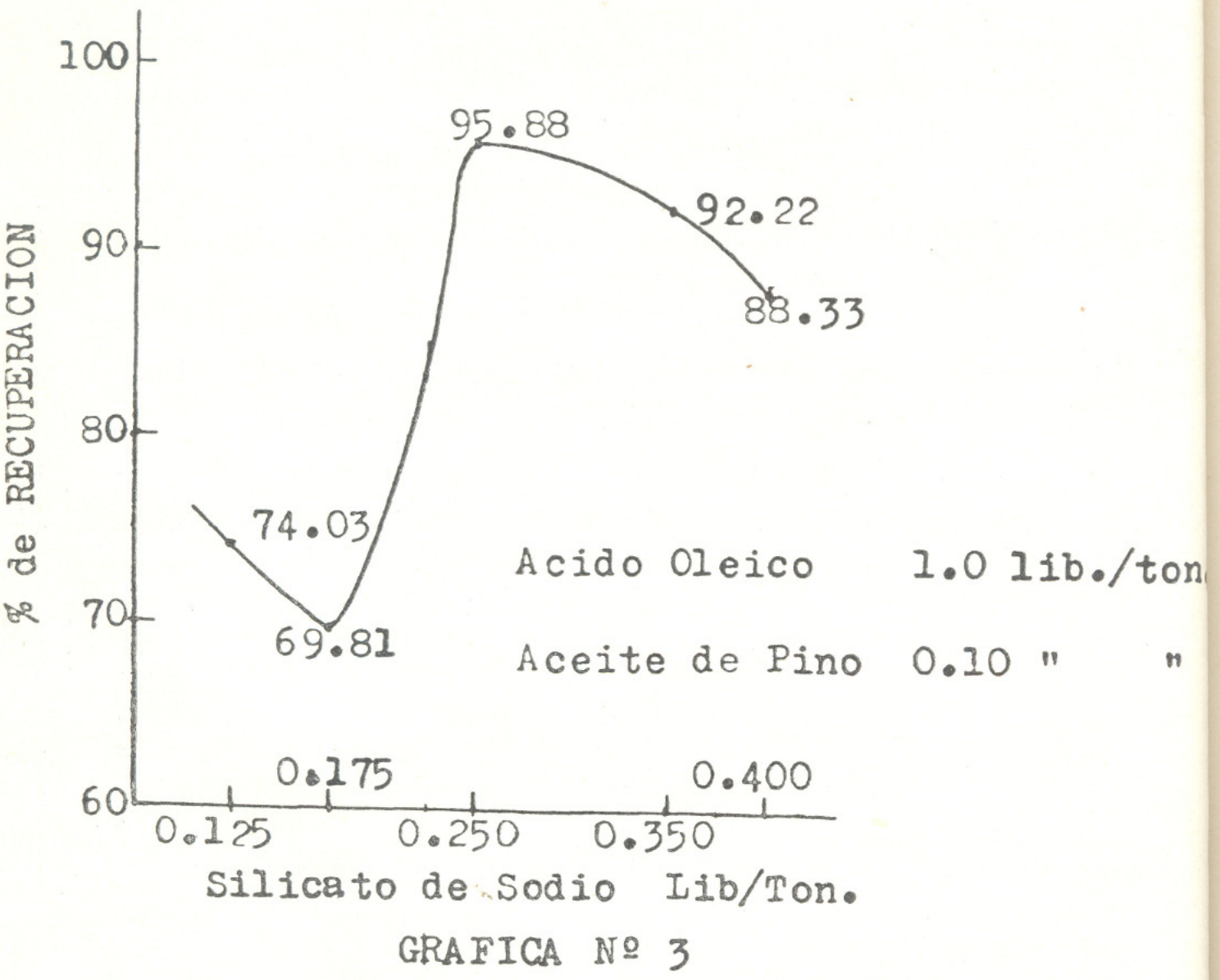
Los resultados están dados en el Cuadro Nº 16 y las cantidades de reactivos que se emplean son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio alcalino de 60° Bé., en cantidades variables.
Colector: ácido oleico 1.0 lb/ton., en todos los casos.
Espumante: aceite de pino 0.10 lb/ton., en todos los casos.

CUADRO Nº 16

Ensayo Nº	*Silicato de sodio alcalino 60° Bé lbs/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
71	0.125	14.93	7.74	30.40	74.03	25.95
72	0.175	15.13	7.55	28.66	69.81	30.19
70	0.250	15 04	9.31	65.88	95.88	4.11
73	0.350	13.68	7.97	50.17	92.22	7.78
74	0.400	23.01	11.20	61.62	88.33	11.67

Estos resultados demuestran que **la mejor concentración se obtiene con una cantidad de silicato de sodio alcalino de 60° Bé. de 0.25 lb/ton.,** confirmando los distintos resultados que se han obtenido a lo largo de todo el estudio sobre este reactivo depresante.



GRAFICA Nº 3

Gráfica representando la influencia de la concentración del silicato de sodio alcalino de 60º Bé., sobre el porcentaje de recuperación.

SECCION H

Ensayos en escala semi-industrial.

Terminados estos ensayos de laboratorio, se procedió a confirmar los resultados, reproduciéndolos en escala semi-industrial en la Planta Piloto del tipo Denver Sub-A, para dos toneladas diarias de trabajo, con que cuenta este Laboratorio.

Los resultados obtenidos en la Planta Piloto se dan en el cuadro Nº 17, y los reactivos empleados fueron:

Silicato de sodio alcalino 60° Bé, agregado a la salida del molino de bolas.
Acido oleico y aceite de pino, agregados en las tres primeras células de flotación.

CUADRO Nº 17

Silicato de sodio lb/ton.	*Acido oleico lb/ton.*	*Aceite de pino lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
0.22	0.80	0.10	70.80	91.90	68.54	74.93	25.05
0.31	0.08	0,08	70.80	94.23	58.62	80.72	19.20
0.15	0.60	0.06	70.80	92.82	43.07	91.40	8.60
0.15	0.55	0.055	70.80	91.02	41.79	93.63	6.37

En el cuadro que antecede, se expresan los resultados en Carbonato de Calcio %, y en los cuatro ensayos detallados se ha empleado un acondicionador con 84.67% de carbonato de calcio.

Estos son algunos de los resultados obtenidos en escala semi-industrial. El utilizar las cantidades de reactivos aconsejadas por los ensayos de laboratorio, resultó ser un exceso grande de reactivo. La reducción de la concentración de los reactivos, aumentó la eficiencia de la flotación.

Esto no debe sorprender; las cantidades necesarias de reactivo son mucho menores en la Planta Piloto que en la célula de laboratorio. Esta consume, por lo general, mucho más reactivo del realmente necesario. Estos ensayos han servido, entonces, para determinar las cantidades reales de reactivos, necesarios en escala industrial.

De los flotados 2 y 3, obtenidos en la Planta Piloto, se realizaron sus análisis completos, cuyos resultados se transcriben en el Cuadro Nº 18.

CUADRO Nº 18

	Flotado 2	*Flotado 3*
Pérdida por calcinación	42.74 %	42.14 %
Sílice como SiO_2	3.24 "	4.41 "
R_2O_3	0.55 "	1.03 "
Fe_2O_3	0.19 "	0.22 "
Calcio como **CaO**	52.79 "	52.00 "
Magnesio como **MgO**	0.15 "	0.24 "
No dosados y pérdidas	0.53 "	0.17 "
Carbonato de calcio	94.72 "	92.02 "
Carbonato de magnesio	0.34 "	0.50 "

SECCION G

Conclusiones parciales.

— La cantidad óptima de silicato de sodio actuando como depresante, cuando se utiliza ácido oleico como colector en la flotación de la caliza, es de 0.25 lb/ton.

— El uso de aceite de pino como espumante, en cantidades del orden de 0.10 lb/ton., mejora los porcentajes de recuperación en la flotación de la caliza, cuando se utiliza el silicato de sodio como depresante, y el ácido oleico como colector.

— La concentración óptima para el ácido oleico usado como colector, conjuntamente con el silicato de sodio como depresante y el aceite de pino como espumante, es de una libra por tonelada (1.0 lb/ton).

— El grado de finura más conveniente para obtener una eficiente concentración de la caliza por flotación, es el correspondiente a la malla + 100.

— El silicato de sodio alcalino de 60° Bé., resulta el más eficaz de los distintos silicatos de producción nacional ensayados como depresantes de la ganga silícea.

— Reproducidos los ensayos de laboratorio en la Planta Piloto, en escala semi-industrial, se obtuvieron concentrados muy eficientes con porcentajes de recuperación muy elevados.

PARTE III

Estudio del empleo de la mezcla compuesta por ácido oleico y cresol, como reactivo colector en la flotación de la caliza

El uso del colector ácido oleico-cresol, se halla bastante extendido en distintas fábricas de cemento portland, que concentran la caliza por flotación.

La bibliografía sobre este tema es amplia, y a través de ella se saca como conclusión que los resultados obtenidos en la recuperación del mineral son muy eficientes, obteniéndose además, un concentrado con elevado tenor en óxido de calcio.

En esta serie de ensayos se ha querido establecer la selectividad del citado reactivo para nuestra caliza en estudio, para determinar el grado de aplicabilidad y establecer comparaciones con los demás reactivos ensayados.

Para su desarrollo, esta serie de ensayos se ha dividido en las siguientes secciones:

Sección A: Estudio de distintas mezclas de ácido oleico-cresol.

Sección B: Influencia de la densidad de la pulpa, cuando se trabaja con estos reactivos.

Sección C: Utilización del silicato de sodio como depresante, cuando se utilizan estos reactivos colectores.

Sección D: Estudio de distintas mezclas de ávido oleico-cresol, utilizadas como reactivos únicos en la flotación de la caliza.

Sección E: Ensayos en escala semi-industrial.

Sección F: Conclusiones parciales

SECCION A

Estudio de distintas mezclas de ácido oleico-cresol.

Se ha ensayado una serie de mezclas de ácido oleico y cresol. El ácido oleico es reforzado en su acción colectora, cuando actúa en presencia de cresol como espumante.

El cresol, presentando características espumantes tan enérgicas como las del aceite de pino, tiene la ventaja de no disminuir la selectividad del colector que se utiliza.

En esta primera serie de ensayos, se han utilizado distintas mezclas de ácido oleico-cresol, y sus resultados, expresados en insolubles en ácido clorhídrico, se detallan en el cuadro Nº 19, habiéndose empleado los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé., en todos los casos, 0.25 lb/ton.

Colector-espumante: ácido oleico-cresol, 1.0 lb/ton., en todos los casos.

CUADRO Nº 19

Ensayo Nº	*Acido oleico*	*Cresol*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
76	50 %	50 %	20.01	10.90	54.77	88.24	11.76
77	75 "	25 "	21.49	10.43	60.60	88.99	11.01

Para estas condiciones de trabajo, actúan en forma similar las dos mezclas de ácido oleico y cresol. Se comprueba además, de esta manera, la adaptabilidad de nuestra caliza para ser flotada por estos reactivos.

Si bien el porcentaje de recuperación es lo suficientemente elevado, la concentración no alcanza el nivel de la lograda con otros reactivos. En los ensayos siguientes se trata de mejorar los resultados.

SECCION B

Influencia de la densidad de la pulpa cuando se trabaja con estos reactivos

Determinada la eficiencia de esta mezcla colectora para nuestro tipo de caliza, y antes de seguir con el estudio de ella, ha sido necesario ajustar las condiciones óptimas de flotación.

Una de las más importantes de estas condiciones, es la densidad de la pulpa. La experiencia nos ha demostrado que por lo general, el uso de pulpas demasiado concentradas, es decir, con un elevado porcentaje de sólidos en suspensión, influye en forma negativa sobre el porcentaje de recuperación.

Los resultados obtenidos se detallan en el Cuadro Nº 20 en el que los datos se dan en insolubles en ácido clorhídrico, empleándose los siguientes reactivos:

Depresante: Silicato de sodio alcalino 60° Bé., en todos los casos 0.25 lb/ton.

Colector-espumante: ácido oleico y cresol (70% y 25%) 1.0 lb/ton., en todos los casos.

CUADRO Nº 20

Ensayo Nº	*Densidad de pulpa*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
77	25 %	21.49	10.43	60.60	88.99	11.01
80	17,5 %	21.45	8.95	52.32	82.53	17.47
81	15 %	21.45	8.49	61.61	88.07	11.92

Los resultados nos indican que los porcentajes de recuperación obtenidos son similares, pero cuando se emplea una densidad de pulpa correspondiente a la presencia de 15 % de sólidos en suspensión se obtiene un flotado con solo 8.49 % de insolubles.

Admitimos, por consiguiente, como **densidad óptima para la pulpa, la correspondiente a 15 % de sólidos,** y en los sucesivos ensayos será esa la densidad de trabajo.

SECCION C

Utilización del silicato de sodio como depresante, cuando se utilizan estos reactivos colectores

Para llegar al conocimiento del desempeño de la mezcla ácido oleico-cresol como colector, debemos estudiar la influencia del depresante que está actuando simultáneamente.

En el caso especial del silicato de sodio, su acción es sumamente compleja, y por consiguiente, su concentración puede provocar efectos diversos.

En los ensayos que se detallan a continuación (Cuadro Nº 21) se determina la cantidad óptima de reactivo depresante a agregar a la pulpa, cuando se utiliza la mezcla de ácido oleico y cresol como colectora.

Los resultados se expresan e ninsolubles en ácido clorhídrico y las cantidades de reactivo utilizadas son las siguientes:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé., en cantidades variables.

Colector: Acido oleico-cresol (75 % a 25 %) 1.0 lb/ton. en todos los casos.

CUADRO Nº 21

Ensayo Nº	*Silicato lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
81	0.25	21.45	8.49	61.61	88.07	11.92
82	0.50	21.94	8.31	55.00	82.94	17.06
85	——	19.53	6.53	44.34	76.31	23.69

En todos los casos, se ha utilizado una densidad de pulpa correspondiente al 15 % de sólidos.

La cantidad óptima del depresante **silicato de sodio alcalino, parece ser de 0.25 lb/ton.**

Sin embargo, los resultados del ensayo que se ha realizado sin el uso de depresante, muestran un flotado con un contenido en insolubles muy bajo, pero presentando sin embargo, un porcentaje de recuperación muy bajo.

Este resultado bajo podría deberse a una deficiencia en la cantidad de colector utilizado.

En los ensayos siguientes se ha intentado mejorar el porcentaje

de recuperación, realizando la flotación con la mezcla ácido-oleico-cresol, y sin el uso de silicato de sodio.

Estudio de la concentración de la mezcla ácido oleico-cresol (70 % a 25 %), utilizada como colectora y actuando sola

El resumen de los ensayos efectuados se da en el Cuadro Nº 22, en insolubles en ácido clorhídrico, y se empleó **un único reactivo, el ácido oleico-cresol** (75 % a 25 %).

CUADRO Nº 22

Ensayo Nº	*Acido oleico y cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
1.0	85	19.53	6.53	44.34	76.31	23.69
1.5	86	19.92	7.90	73.75	93.98	6.02

Los resultados del ensayo Nº 86 han confirmado las presunciones a que daba lugar el comportamiento de estos reactivos. Mediante el agregado de 1.5 lb/ton. de la mezcla ácido oleico-cresol (75 % y 25 %) se ha elevado el porcentaje de recuperación en valores apreciables.

SECCION D

Estudio de distintas mezclas de ácido oleico-cresol, utilizadas como reactivos únicos en la flotación de la caliza

En esta serie de ensayos se ha estudiado la acción de nuevos tipos de mezclas de reactivos colectores, compuestos por ácido oleico y cresol, pero actuando ahora sin el agregado de reactivo depresante.

Los resultados están dados en el Cuadro Nº 23 y se ha utilizado un único reactivo, el ácido oleico-cresol, en proporciones variables, y en la cantidad de 1.5 lb/ton. en todos los casos. Resultados en insolubles en ácido clorhídrico.

CUADRO Nº 23

Ensayo Nº	*Ac. ol. %*	*Cresol %*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
87	50	50	19.92	7.06	36.67	65.51	34.49
88	95	5	19.02	7.46	55.20	86.63	13.37
89	85	15	19.02	6.14	62.80	89.60	10.40

De la comparación de estos distintos ensayos surge que la mezcla ácido oleico-cresol 85 % a 15 %, es la más conveniente cuando se utiliza a razón de 1.5 lb/ton. y como único reactivo.

Se obtiene un flotado sumamente concentrado y porcentaje de recuperación sumamente elevado.

En el cuadro Nº 24 se ha establecido una comparación entre los mejores resultados obtenidos, utilizando o no reactivo depresante, y en la mezcla oleico-cresol en distintas proporciones.

CUADRO Nº 24

Ensayo Nº	*Depres. lb/ton.*	*Colec. lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
81	silicato de sodio0.25	75 % a 25 % 1.0 l/t	21.45	8.49	61.61	88.07	11.92
89	———	85 % a 15% 1.5 l/t	19.02	6.14	62.80	89.60	10.40

Los resultados son bastantes similares en lo que respecta a los porcentajes de recuperación. En cambio, se obtiene un flutado mucho más purificado cuando se emplea únicamente la mezcla de ácido oleico y cresol, en las proporciones indicadas.

SECCION E

Ensayos en escala semi-industrial.

Con la base de todos estos ensayos de laboratorio, se procedió a efectuar una serie de ensayos en escala semi-industrial en la Planta Piloto tipo Denver Sub A con que cuenta esta División.

Se utilizó únicamente, como reactivo, la mezcla de ácido o leico y cresol (85 % a 15 %), en la cantidad de 1.5 libras por tonelada. Los ensayos se agrupan en el Cuadro Nº 25, expresándose los resultados en carbonato de calcio %.

CUADRO Nº 25

Acido oleico-cresol (85 % - 15) lb/ton.	*Materia prima %*	*Acondic. %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
1.50	70.80	75.58	92.99	13.08	96.23	3.77
1.40	70.80	75.58	94.63	30.24	88.16	11.83
1.25	70.80	75.58	95.92	37.44	82.77	17.23

Se confirma de esta manera que, para el empleo de este reactivo, es fundamental utilizarlo a razón de una libra y media por tonelada (1.5 lb/ton). En cantidades menores, se produce una disminución apreciable en el porcentaje de recuperación.

Es digno de destacar, el haber podido obtener en Planta Piloto, un porcentaje de recuperación de 96.23 %, con un concentrado de casi 93 % en producto útil.

De los dos primeros ensayos en escala semi-industrial se detallan los análisis completos de los concentrados:

	Ensayo 14	*Ensayo 15*
Pérdida por calcinación	41.36 %	47.54 %
Sílice como SiO_2	4.67 %	3.18 "
R_2O_3	0.99 "	0.76 "
F_2O_3	0.43 "	0.34 "
Calcio como **CaO**	52.10 "	52.90 "
Magnesio como **MgO**	0.12 "	0.14 "
No dosado y pérdidas	0.76 "	0.48 "
Carbonato de calcio	92.99 "	94.63 "
Carbonato de magnesio	0.25 "	0.30 "

SECCION F

Conclusiones parciales.

— La caliza del Queguay es flotada eficientemente por el reactivo colecto ácido oleico-cresol.

— La densidad de pulpa óptima para concentrar la caliza por flotación, con el uso de la mezcla colectora ácido oleico-cresol, es la que corresponde a la presencia de 15 % de sólidos en esa pulpa.

— La mezcla colectora ácido oleico-cresol actúa en forma más eficiente cuando se la utiliza sola, sin el agregado de reactivos depresantes.

— La mezcla colectora ácido oleico-cresol más eficiente, es la constituída por 85 % de ácido oleico y 15 % de cresol, y utilizada a razón de 1.5 lb/ton. Datos confirmados por los ensayos realizados en escala semi-industrial.

PARTE IV

Estudio de la acción colectora del oleato de sodio aplicado a la flotación de la caliza del Queguay

En esta parte de los trabajos, se estudiará el empleo del oleato de sodio como reactivo colector en la flotación de la caliza.

A través de los estudios realizados, se puede prever la eficiencia del oleato de sodio como colector para la caliza.

Sin embargo, en el transcurso de ellos hemos llegado a la constatación de que siempre que se emplee el oleato de sodio como reactivo colector, es necesario completar su acción con un reactivo espumante, pues sus características de formación de espuma son débiles.

Hemos elegido como reactivo espumante el aceite de pino, cuyas condiciones como tal son bien conocidas.

En esta serie de trabajos, hemos seguido aplicando el mismo criterio de utilizar la mezcla de ambos reactivos.

En esta serie de ensayos hemos hecho las siguientes divisiones:

Sección A: Estudio del empleo de reactivo depresante, silicato de sodio, conjuntamente con los reactivos indicados.

Sección B: Ensayos en escala semi-industrial.

Sección C: Conclusiones parciales.

SECCION A

Estudio del empleo del reactivo depresante silicato de sodio, conjuntamente con los reactivos oleato de sodio-aceite de pino

En los distintos ensayos realizados, se ha preferido el uso de silicato de sodio como reactivo depresante, preferencia basada principalmente en las consideraciones económicas expuestas en la parte III de este trabajo.

Los diversos ensayos realizados, variando las cantidades de silicato de sodio, se agrupan en el Cuadro Nº 26, en el que se expresan

los resultados en insolubles en ácido clorhídrico, habiéndose utilizado los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé. en cantidades variables.

Colector: oleato de sodio, 1.0 lb/ton.

Espumante: aceite de pino, 1.10 lb/ton.

CUADRO Nº 26

Ensayo Nº	*Silicato de sodio lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
95	—	18.70	7.98	77.82	95.65	4.35
93	0.25	19.14	7.81	65.82	91.79	8.21
99	0.50	23.77	10.45	76.22	93.74	6.26
97	0.75	18.70	6.81	76.26	95.02	4.98
96	0.80	18.70	9.06	73.73	95.19	4.81
98	1.00	18.70	9.38	74.02	95.41	4.59

Los valores de los porcentajes de recuperación son casi idénticos. Sin embargo, los valores de insolubles en ácido clorhídrico correspondiente a los ensayos en que se utilizó 0.25 y 0.50 lb/ton. de silicato de sodio, muestran una leve disminución, debida principalmente a la acción del silicato como dispersante.

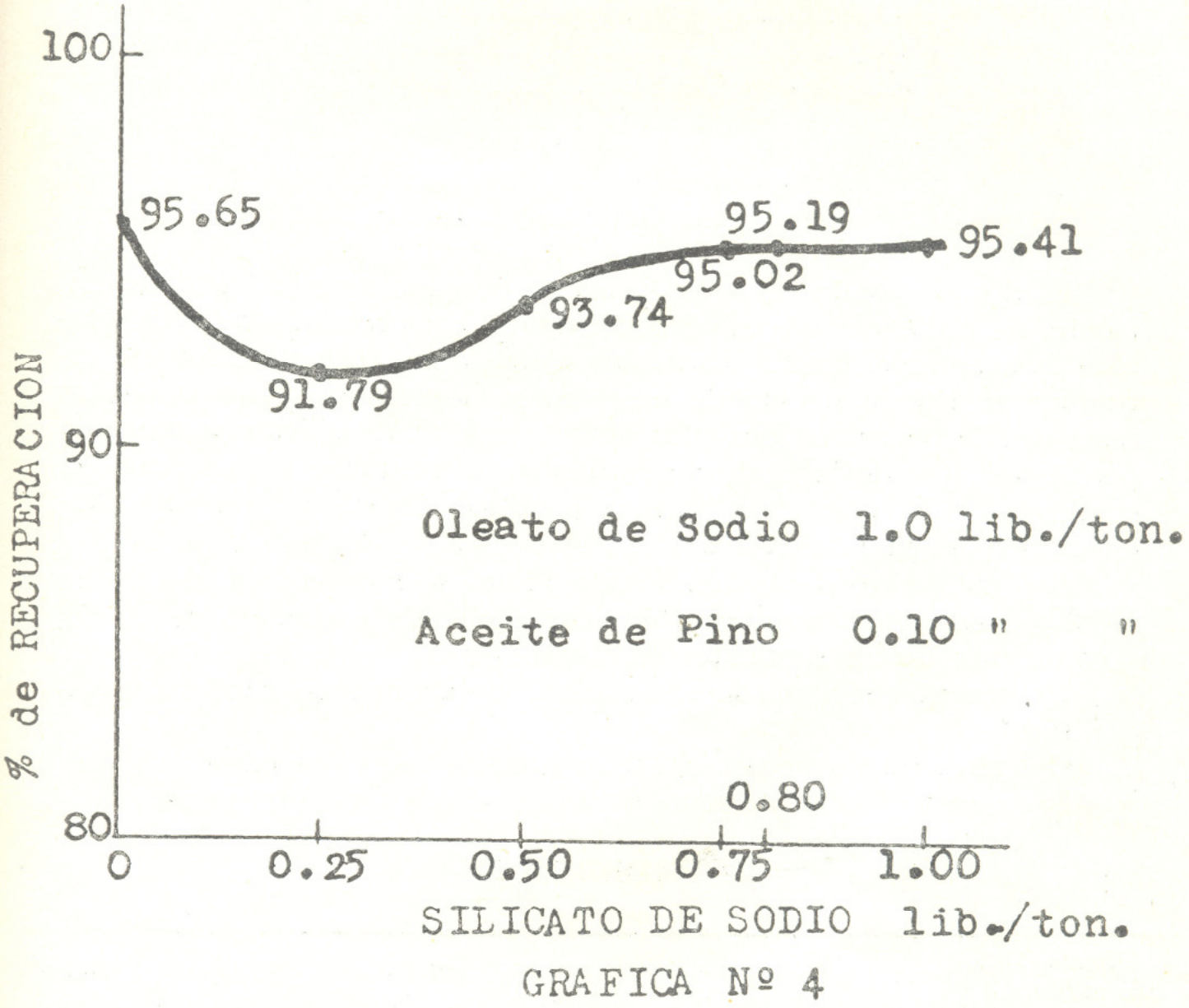
Recién por encima de 0.75 lb/ton. se manifiesta la acción depresante, y es con esa cantidad de silicato de sodio que se obtiene un flotado con valor de insolubles en ácido clorhídrico de 6.81 %.

SECCION B

Ensayos en escala semi-industrial

Toda esta serie de ensayos ha sido reproducida en escala semi-industrial en la Planta Piloto tipo Denver Sub A.

Se realizó primero una serie de ensayos utilizando solamente **oleato de sodio y aceite de pino,** a razón de 1.0 libra y 0.10 libra por tonelada respectivamente, en todos los casos. Los resultados de los ensayos se expresan en porcentajes de carbonato de calcio, y a continuación se detalla uno de los ensayos efectuados:



GRAFICA Nº 4

Gráfica representando las variaciones de los porcentajes de recuperación, con respecto a la cantidad de silicato de sodio utilizada.

ENSAYO Nº 7

Acondicionador %	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
84.67	70.80	91.63	57.12	86.34	13.63

El análisis completo correspondiente al flotado del ensayo Nº 7, es el siguiente:

Pérdida por calcinación ..... 41.30 %
Sílice como SiO_2 ..... 6.14 "

R_2O_3	1.02 "
Fe_2O_3	0.36 "
Calcio como **CaO**	51.34 "
Magnesio como **MgO**	0.15 "
Carbonato de calcio	91.63 "
Carbonato de magnesio	0.31 "

El uso de oleato de sodio y aceite de pino resulta bastante, eficiente. Se obtiene un buen concentrado y el porcentaje de recuperación es aceptable. En los siguientes ensayos en la Planta Piloto se introduce el uso de silicato de sodio como depresante, junto con estos reactivos. Se comenzó por utilizar la cantidad de silicato aconsejada por los ensayos de laboratorio; sin embargo, resultó evidente desde el comienzo de la operación, que la cantidad de silicato de sodio indicada era un tanto excesiva.

Los ensayos restantes en Planta Piloto se agrupan en el Cuadro Nº 27, dándose los resultados en porcentajes de carbonato de calcio, y con el uso de los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé., en cantidades variables.

Colector: oleato de sodio 1.0 lb/ton., en todos los casos:

Espumante: aceite de pino, 0.10 lb/ton., en todos los casos.

CUADRO Nº 27

Silicato de sodio lb/ton.	*Materia prima %*	*Acondicionador %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
0.50	70.80	84.67	92.29	22.31	97.13	2.87
0.40	70.80	80.58	93.00	50.51	87.82	12.29

El silicato de sodio se agrega a la salida del molino de bolas y el oleato de sodio y el aceite de pino, se agregan en las tres primeras células de flotación.

En estos trabajos se ha notado nuevamente el hecho de que en los ensayos en la Planta Piloto, hay un menor consumo de reactivo que en la célula de laboratorio.

Se ha observado también en los ensayos, la acción fuertemente selectiva del oleato de sodio, actuando conjuntamente con el aceite de pino como espumante, y también se confirmó el descenso del porcentaje de recuperación, con la disminución de la cantidad de silicato de sodio utilizada.

El análisis completo del flotado correspondiente al ensayo Nº 9 en Planta Piloto, es el siguiente:

Pérdida por calcinación	41.87 %
Sílice como SiO_2	5.09 "
R_2O_3	0.79 "
Fe_2O_3	0.27 "
Calcio como CaO	51.71 "
Magnesio como MgO	0.12 "
No dosados y pérdidas	0.42 "
Carbonato de calcio	92.29 "
Carbonato de magnesio	0.25 "

SECCION C

Conclusiones parciales

– El oleato de sodio es un excelente colector para la flotación de la caliza.

– El oleato de sodio tiene una acción más eficaz cuando se le agrega un reactivo espumante como el aceite de pino.

– El agregado de un depresante como el silicato de sodio no es siempre necesario, aún cuando se asegura una eficiente concentración.

– Los ensayos en escala semi-industrial confirman las excelentes características de estos reactivos para concentrar la caliza por flotación.

PARTE V

Estudio del empleo de la mezcla de oleato de sodio y cresol como reactivos colectores en la flotación de la caliza

En los trabajos que a continuación se detallan, se ha ensayado un **nuevo reactivo colector,** para la flotación de la caliza.

Se trata de la mezcla integrada por un colector: oleato de sodio, y un espumante: cresol.

Es de destacar que se trata de una nueva combinación de reactivos y que creemos que no ha sido todavía propuesta para la flotación de la caliza. En toda la bibliografía consultada al respecto no se ha encontrado ninguna referencia.

En todos los ensayos en que se ha utilizado el oleato de sodio, ha demostrado siempre una gran selectividad para la caliza del Queguay. Sin embargo, siempre ha habido necesidad de emplear el oleato de sodio conjuntamente con un reactivo espumante.

Debido a sus antecedentes se ha utilizado en toda la serie de ensayos anteriores el aceite de pino.

Sin embargo, en su uso se ha notado una demora en el tiempo en que empieza a actuar luego de su aplicación.

Este intervalo entre su aplicación y su acción, disminuye la selectividad del colector y produce flotación descontrolada del mineral, con la consecuencia de aumentar el insoluble en el flotado.

Con la finalidad de disminuir este fenómeno, se ensayaron distintos tipos de espumantes. El que mostró una mayor eficiencia fué el cresol, el cual parece, además, aumentar la selectividad del oleato de sodio.

En los ensayos llevados a cabo con esta finalidad, se utilizó el oleato de sodio comercial proporcionado por Compañía Bao, con 32 % de humedad, y cresol comercial de la firma Baker Co.

El trabajo fué ordenado de la manera siguiente:

Sección A: Estudio de la mezcla oleato de sodio-cresol como reactivo único de flotación para la caliza.

Sección B: Influencia del agregado de silicato de sodio como reactivo depresante.

Sección C: Influencia en la recuperación, empleando distintas cantidades de la mezcla colectora y del reactivo depresante.

Sección D: Estudio comparativo de las modificaciones en los porcentajes de recuperación cuando se utilizan las mismas cantidades de oleato de sodio y cresol, y cantidades variables de silicato de sodio.

Sección E: Ensayos en escala semi-industrial.

Sección F: Conclusiones parciales.

SECCION A

Estudio de la mezcla oleato de sodio-cresol, como reactivo único de flotación para la caliza

En esta primera serie de ensayos se estudia el comportamiento de distintos tipos de mezclas de oleato de sodio y cresol, aplicados a la flotación de la caliza del Queguay.

Los resultados obtenidos se agrupan en el cuadro Nº 28, habiéndose empleado los siguientes reactivos.

Reactivo **único:** mezcla de oleato de seodio y cresol.

Los resultados se expresan en insolubles en ácido clorhídrico.

CUADRO Nº 28

Ensayo	*Oleato de sodio lb/ton.*	*Cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
101	1.0	0.100	23.77	6.36	59.78	82.78	17.22
103	1.25	0.125	23.05	5.96	48.31	72.91	27.09
104	1.5	0.150	23.05	11.02	58.98	85.84	14.16
105	1.75	0.175	23.05	6.90	59.28	83.69	16.31

Los porcentajes de recuperación obtenidos en estos ensayos son regularmente aceptables, pero en cambio, las concentraciones en los flotados son muy buenas.

Esto confirma las apreciaciones hechas anteriormente sobre la mayor selectividad del reactivo en prueba.

La espuma producida es sumamente blanca, cargada de carbonato de calcio, como se ha confirmado posteriormente por el análisis.

En los ensayos siguientes se ha intentado aumentar el porcentaje de recuperación, manteniendo en lo posible las excelentes purezas de los flotados.

SECCION B

Influencia del agregado del silicato de sodio, como reactivo depresante

De acuerdo con los antecedentes, el silicato de sodio actuando como depresante, se sindica como un factor muy importante para lograr un aumento en el porcentaje de recuperación.

En los ensayos siguientes, se estudia su aplicación, actuando conjuntamente con la mezcla de sodio-cresol.

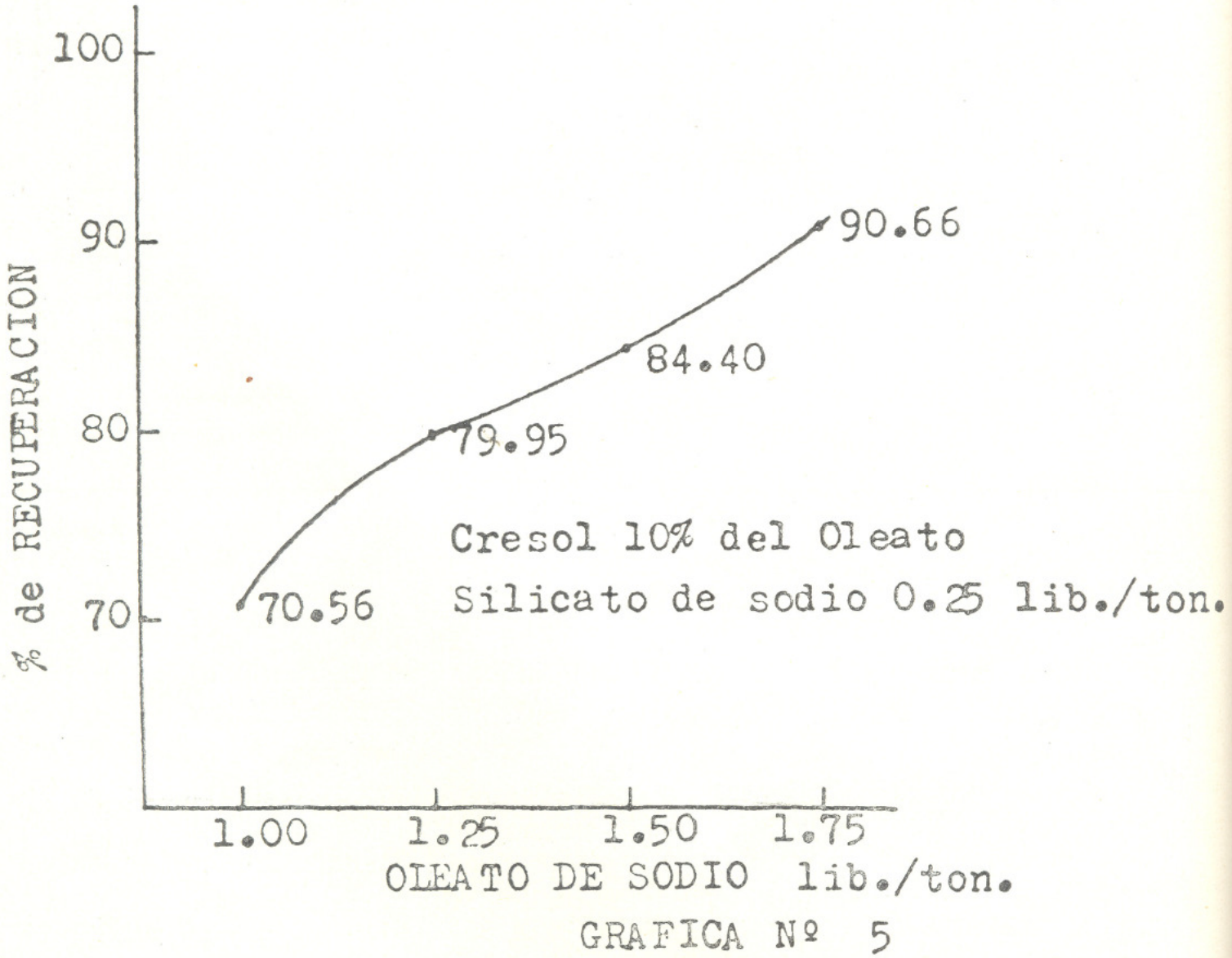
Los resultados, expresados en insolubles en ácido clorhídrico, se expresan en el cuadro Nº 29, habiéndose utilizado los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé. 0.25 lb/ton. en todos los casos.

Colector-espumante: mezcla de oleato de sodio y cresol en proporciones variables.

CUADRO Nº 29

Ensayo Nº	*Oleato de sodio lb/ton.*	*Cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
102	1.00	0.100	23.77	6.09	47.49	70.56	29.44
106	1.25	0.125	23.19	7.68	53.81	79.95	20.05
107	1.50	0.150	23.19	6.72	60.70	84.40	15.60
108	1.75	0.175	23.19	7.15	71.38	90.66	9.34



GRAFICA Nº 5

Gráfica representando las variaciones en el porcentaje de recuperación cuando se utiliza silicato de sodio como depresante y cantidades variables de oleato de sodio y cresol.

El uso de silicato de sodio mejora el porcentaje de recuperación, cuando se emplea conjuntamente con la mezcla de oleato de sodio y cresol, y este aumento llega a valores importantes cuando se utiliza 1.75 y 0.175 lb/ton. respectivamente.

SECCION C

Influencia en la recuperación, empleando distintas cantidades de la mezcla colectora y del reactivo depresante

Para apreciar en sus justos términos los resultados que pueden obtenerse utilizando la cantidad justa de reactivo depresante, se han hecho dos series de ensayos, aumentando las cantidades de silicato de sodio.

Los resultados obtenidos, expresados en insolubles en ácido clorhídrico, se agrupan en el Cuadro Nº 30, habiéndose empleado los siguientes reactivos:

Depresante: Silicato de sodio alcalino 60° Bé., 0.50 lb/ton. en todos los casos.

Colector: Mezcla de oleato de sodio-cresol, en cantidades variables.

CUADRO Nº 30

Ensayo Nº	*Oleato de sodio lb/ton.*	*Cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
109	1.25	0.125	23.19	6.12	52.81	77.49	22.51
110	1.50	0.150	23.19	7.05	69.83	89.90	10.10
111	1.75	0.175	23.19	5.60	75.35	91.93	8.07

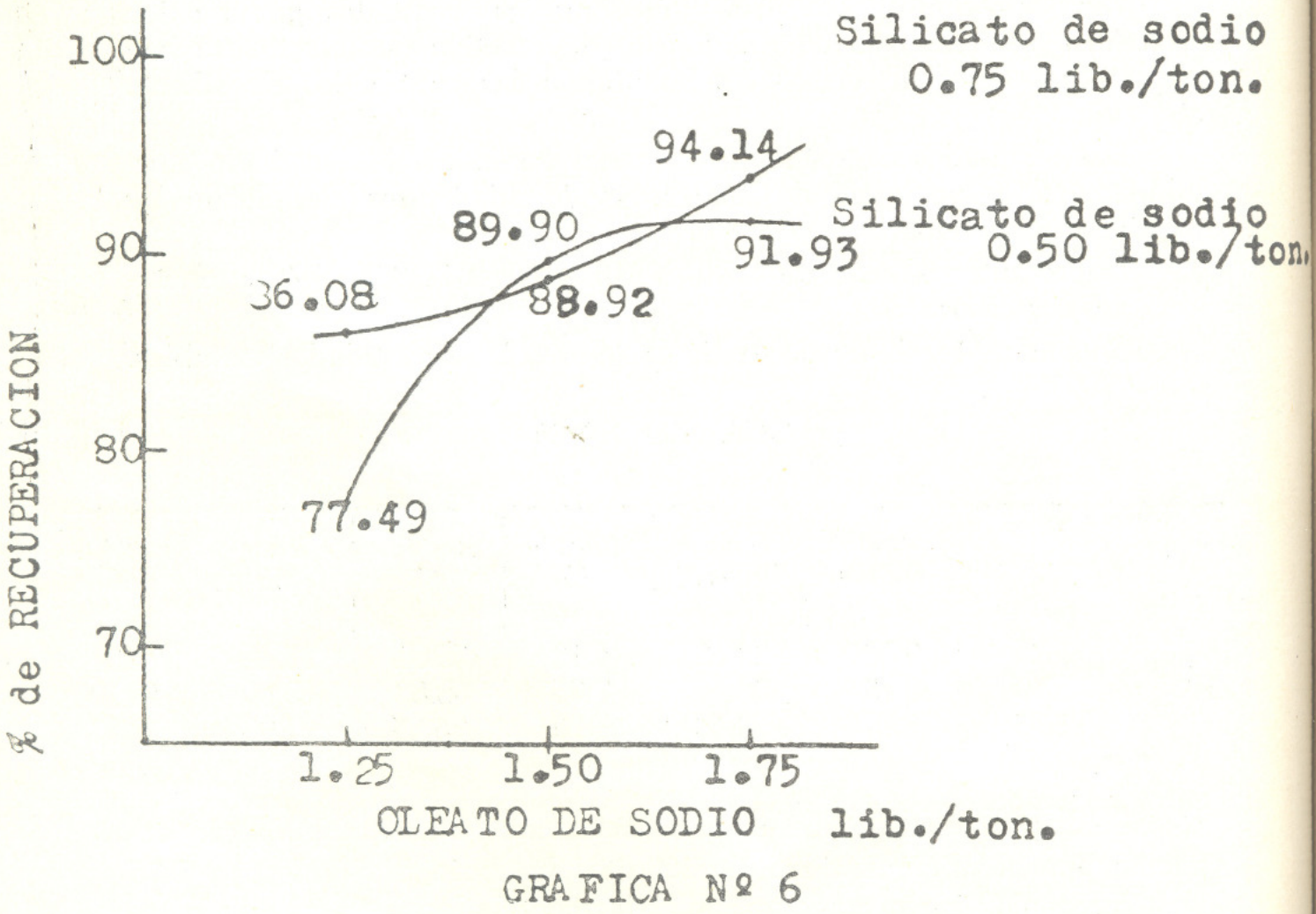
En los ensayos detallados a continuación (Cuadro Nº 31) se aumenta aún más la cantidad de silicato de sodio, llevándose a 0.75 lb/ton. Se mantienen como variables las cantidades de la mezcla oleato de sodio-cresol. Los resultados se expresan en insolubles en ácido clorhídrico, y los reactivos utilizados son los siguientes:

Depresante: Silicato de sodio alcalino 60° Bé., 0.75 lb/ton., en todos los casos.

Colector: mezcla de oleato de sodio y cresol, en cantidades variables.

CUADRO Nº 31

Ensayo Nº	*Oleato de sodio lb/ton.*	*Cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
112	1.25	0.125	23.19	7.78	62.23	86.08	13.91
113	1.50	0.150	23.19	7.83	67.17	88.92	11.08
114	1.75	0.175	22.72	8.81	77.67	94.16	5.84



GRAFICA Nº 6

Gráfica representando las variaciones del porcentaje de recuperación por modificaciones en las cantidades de oleato de sodio y cresol utilizadas.

Los porcentajes de recuperación se mantienen dentro de porcentajes buenos, notándose además un aumento gradual en el porcentaje de insolubres en los residuos, llegando en el caso del ensayo Nº 114

al valor de 77.67 %. Conjuntamente, se ha obtenido en ese mismo ensayo, un porcentaje de recuperación elevado, que llega a 94,16 %.

SECCION D

Estudio comparativo de las modificaciones en los porcentajes de recuperación cuando se utilizan las mismas cantidades de oleato de sodio y cresol y cantidades variables de silicato de sodio

En el Cuadro Nº 32 se agrupan los resultados, expresados en insolubles en ácido clorhídrico, habiéndose utilizado los siguientes reactivos:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé., en cantidades variables.

Colector: mezcla de oleato de sodio y cresol, 1.25 y 0.125 ib/ton., respectivamente, en todos los casos.

CUADRO Nº 32

Ensayo Nº	*Silicato de sodio lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
103	—	5.96	23.05	48.31	72.91	27.09
106	0.25	7.68	23.19	53.81	79.95	20.05
109	0.50	6.12	23.19	52.81	77.49	22.51
112	0.75	7.78	23.19	62.23	86.08	13.91

En los ensayos siguientes se aumenta la cantidad de la mezcla oleato de sodio-cresol a 1.50 y 0.15 lb/ton., respectivamente, y el solicato de sodio se usa en cantidades variables.

Los resultados se expresan en insolubles en ácidos clorhídrico y los reactivos utilizados son los siguientes:

Depresante: Silicato de sodio alcalino de 60° Bé., en cantidades variables.

Colector: mezcla de oleato de sodio y cresol, en cantidades fijas de 1.50 y 0.15 lb/ton., respectivamente, en todos los casos.

CUADRO Nº 33

Ensayo Nº	*Silicato de sodio lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
104	——	23.05	11.02	58.98	85.84	14.16
107	0.25	23.19	6.72	60.70	84.40	15.60
110	0.50	23.19	7.05	69.83	89.90	10.10
113	0.75	23.19	7.83	67.17	88.92	11.08

Por último, se estudia la acción colectora de la mezcla oleato de sodio-cresol, cuando actúa en las siguientes proporciones: 1.75 y 0.175 lb/ton., respectivamente, variando las cantidades de silicato de sodio en todos los ensayos.

Los resultados se expresan en insolubles en ácido clorhídrico y los reactivos utilizados son los siguientes:

Depresante: silicato de sodio alcalino de 60° Bé., en cantidades variables.

Colector: oleato de sodio-cresol, en cantidades fijas de 1.75 y 0.175 lb/ton. respectivamente, en todos los casos.

CUADRO Nº 34

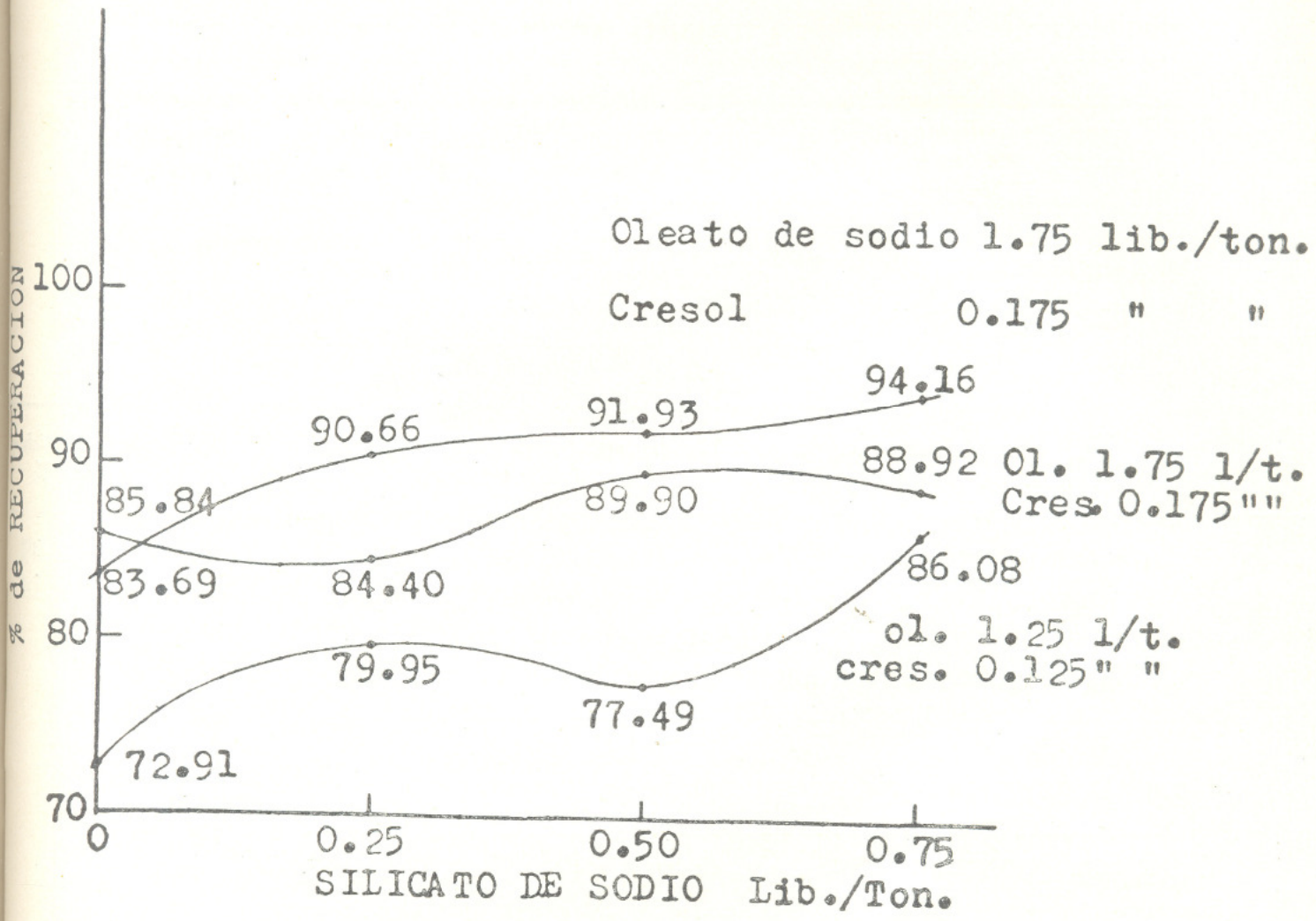
Ensayo Nº	*Silicato de sodio lb/ton.*	*Materia prima %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Residuo %*
105	——	23.05	6.90	59.28	83.69	16.31
108	0.25	23.19	7.15	71.38	90.66	9.34
111	0.50	23.19	5.60	75.35	91.93	8.07
114	0.75	22.72	8.81	77.67	94.16	5.84

SECCION E

Ensayos en escala semi-industrial

Se reprodujeron en la planta Piloto, los mejores ensayos obtenidos en las células de laboratorio.

En el primer ensayo se emplearon las cantidades óptimas de reactivos obtenidas en esos ensayos, es decir: reactivo depresante: si-



GRAFICA Nº 7

Gráfica triple representando las modificaciones en el porcentaje, cuando se modifica la cantidad de silicato de sodio utilizada.

licato de sodio alcalino 60° Bé., 0,50 lb/ton. oleato de sodio, como reactivo colector, 1.75 lb/ton.; y reactivo espumante, cresol, 0.175 lb/ton.

Los resultados de este ensayo en Planta Piloto, se expresan en carbonato de calcio %.

Ensayo 11	70.80 %	80.58 %	96.91 %	33.14 %	89.46 %	10.53 %

En este ensayo se ha obtenido la concentración más alta para esta caliza. El valor a que se ha llegado, de 96,91 % de carbonato de calcio en el flotado, permite suponer que su aplicación en la industria

del cemento portland sea factible. Por otra parte, el porcentaje de resuperación obtenido, de casi 90 %, es perfectamente aceptable.

Se ha insistido en estos ensayos en Planta Piloto, introduciendo algunas variantes, para observar las modificaciones en los porcentajes de recuperación.

A continuación se detallan, expresados en carbonato de calcio %, los resultados obtenidos con el uso de los reactivos siguientes:

Depresante: silicato de sodio alcalino 60° Bé., en todos los casos 0.50 ib/ton.

Colector: oleato de sodio-cresol, en cantidades variables.

	Oleato de sodio lb/ton.	*Cresol lb/ton.*	*Materia prima %*	*Acond. %*	*Flotado %*	*Residuo %*	*Recup. %*	*Re*
Ensayo 12	1.85	0.185	70.80	80.58	94.39	35.50	89.66	1(
	2.00	0.200	70.80	80.58	94.19	25.60	93.70	7

Los análisis completos correspondientes a los concentrados de los ensayos detallados precedentemente, son los siguientes:

	Flotado 11	*Flotado 12*
Pérdida por calcinación	43.16 %	42.23 %
Sílice como SiO_2	1.88 "	3.24 "
R_2O_3	0.38 "	0.76 "
Fe_2O_3	0.17 "	0.17 "
Calcio como **CaO**	54.30 "	52.88 "
Magnesio como **MgO**	0.04 "	0.08 "
No dosados y pérdidas	0.24 "	0.81 "
Carbonato de calcio	96.90 "	94.39 "
Carbonato de Magnesio	0.08 "	0.17 "

Conclusiones parciales.

El uso de la mezcla oleato de sodio-cresol, como reactivo colecto-espumante para la caliza, ha demostrado ser muy eficiente. Su acción se acrecienta cuando se utiliza simultáneamente silicato de sodio, como depresante de la ganga silícea.

Se logran con el uso de estos reactivos, concentraciones muy eficientes y con alto porcentaje de recuperación.

Es este un reactivo colector-espumante recomendable para el tipo de caliza como la del Queguay.

CONCLUSIONES FINALES

De esta serie de trabajos, realizados con la finalidad de concentrar caliza del Queguay por el proceso de flotación y con el uso de distintos reactivos, se pueden concretar las siguientes conclusiones principales:

1º) Se confirma la aptitud de las calizas del Queguay de ser beneficiadas por el procedimiento de Flotación.
2º) Se ha logrado obtener concentrados de hasta 96.96 % de carbonato de calcio, y con solo 1.88 % de silice, valores éstos que exeden las especificaciones de una caliza para la industria del Cemento Portland.
3º) Son diversos los reactivos que pueden lograr una eficiente concentración de esta caliza, todos ellos de producción nacional y de bajo costo.
4º) El ácido oleico comercial de producción nacional, presenta características colectoras para la caliza, utilizado en la proporción de 1.0 lb/ton.
5º) El solvente más apropiado para el ácido oleico, para los ensayos de flotación de laboratorio, es el alcohol rectificado de 96°.
6º) La dextrina blanca de producción nacional presenta extraordinarias características depresantes para la ganga silícea.
7º) El silicato de sodio alcalino de 60° Bé., de producción nacional, tiene características depresantes similares a la dextrina utilizado a razón de 0.25 lb/ton.
8º) La mezcla de ácido oleico con 10 % de oleato de sodio, posee características colectoras para la caliza, de suma eficacia.
9º) El uso de aceite de pino como espumante, en cantidades del orden de 0.10 ib/ton. mejora los porcentajes de recuperación en la flotación de la caliza, cuando se utiliza el silicato de sodio como depresante, y el ácido oleico como colector.
10º) La mezcla de 85 % de ácido oleico y 15 % de cresol, es un colector eficiente para la caliza del Queguay, cuando se utiliza en una pulpa con 15 % de sólidos y sin el agregado de depresante.
11º) El oleato de sodio junto con un espumante como el aceite de pino, forman un excelente colector para la caliza. El agregado de un depresante para la ganga, no es siempre necesario.
12º) El oleato de sodio actuando junto con el cresol como espumante, forma un colector de una extraordinaria eficacia para la caliza.
13º) Su acción se ve aumentada cuando se utiliza conjuntamente con el silicato de sodio como depresante de la ganga silicosa.

14º) Desde el punto de vista de los resultados técnicos obtenidos, puede decirse que la combinación de reactivos más eficaz para obtener una elevada concentración con la caliza del Queguay, es la constituída por:

Oleato de sodio	1.75	lb/ton.
Cresol	0.175	"
Silicato de sodio alcalino de 60° Bé	0.50	"

15º) Por su economía, pueden utilizarse los siguientes reactivos, que también producen una eficiente concentración:

Colectores:	ácido oleico	oleato de sodio
Espumantes:	aceite de pino	cresol.
Depresantes:	silicato de sodio	dextrina.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

(1) **Mejoramiento de las calizas del Queguay**, (1ª comunicación). **M. BENEDETTI, L. H. MEYER, H. MUJICA.** – Anales de la Facultad de Química y Farmacia. Vol. 4, 1955.

Flotación. – A. M. GAUDIN (1932).

Principles of Mineral Dressing. – A. M. GANDIN (1939).

Textbook of Mineral Dressing. – ARTHUR TAGGART.

Deco Trefoil. – –Varios, Engineering notebook.

Scott's. – Standard Methods of Analysis (1950).

Industrial Engineering Chemistry. Vol. 32, Nº 5, (1940).

Estos trabajos se terminaron con fecha 9 de abril del año 1953 en los Laboratorios de la División Investigaciones Científicas de la Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland.