

BOSQUEJO PRELIMINAR PARA INSTALAR UNA FABRICA DE CARBONATO DE SODIO Y ANEXOS

Por *ROBERTO DAMMERT TODE,*

*Profesor de Química,
Universidad Católica del Perú.*

El plan de industrialización del Perú incluye, como una de sus primeras necesidades, la instalación de una fábrica de carbonato de sodio con sus anexos, para producir además sal de soda, bicarbonato de sodio, óxido de calcio y cloruro de cal.

ESTADISTICA

Según el "Anuario del Comercio Exterior del Perú", editado por el Departamento de Estadística General de Aduanas, la importación del Perú de estos productos fué la siguiente:

Carbonato de sodio
(que cristalizado con agua da sal de soda)

<u>Año</u>	<u>kilos</u>
1933	811,937
1934	1.533,391
1935	1.902,615
1936	1.956,110
1937	1.187,477
1938	2.542,139
1939	3.276,731

1940	2.918,740
1941	3.475,436
1942	9.153,879
Total	29.388,455
Promedio anual	2.938,845

Actual precio en plaza por tonelada	S/o.	445.00
Valor total del consumo anual	„	1.307,786.00

Bicarbonato de Sodio

<u>Año</u>	<u>kilos</u>
1933	75,208
1934	126,088
1935	132,198
1936	67,897
1937	245,603
1938	334,423
1939	348,740
1940	649,463
1941	549,546
1942	1.165,431
Total	3.694,597
Promedio anual	369,460

Actual precio en plaza por tonelada	S/o.	510.00
Valor total del consumo anual	„	188.425.00

Oxido de Calcio

<u>Año</u>	<u>kilos</u>	<u>Producción nacional kilos</u>
1933	2.128,228	
1934	2.229,377	
1935	1.776,520	

1936	1.845,218	
1937	2.145,524	
1938	1.798,830	
1939	3.200,274	63,068
1940	2.452,678	68,191
1941	1.935,054	85,467
1942	269,851	100,130
Total	20.098,410	
Promedio anual	2.009,841	

Actual precio en plaza por tonelada	S/o.	120.00
Valor total del consumo anual	„	241,181.00

Hipoclorito de Calcio

Año	kilos
1933	129,916
1934	310,781
1935	170,767
1936	161,423
1937	330,259
1938	278,070
1939	324,579
1940	541,179
1941	221,585
1942	433,755
Total	2.902,314
Promedio anual	290,231

Actualmente agotado. Precio a fines de 1941, por tonelada	S/o.	800.00
Valor total del consumo anual	„	232,185.00

El valor anual total de sólo estos cuatro productos es de:

Carbonato de sodio	S/o.	1.307,786.00
Bicarbonato de sodio	„	188,425.00
Oxido de calcio	„	241,181.00
Cloruro de cal	„	232,185.00
Valor Total		S/o. 1.969,577.00

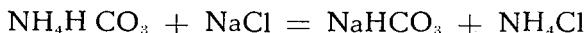
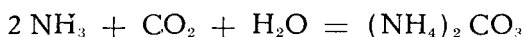
PROCEDIMIENTO DE FABRICACION

El procedimiento por adoptar en el Perú sería el método de Solvay, que a grandes rasgos, se basa en la reacción entre el cloruro de sodio en solución saturada y el bicarbonato de amonio, que por sustitución producen bicarbonato de sodio y cloruro de amonio.

El bicarbonato de amonio se produce automáticamente durante el proceso de fabricación, al ser absorbidos ávidamente por la salmuera, el amoníaco y el dióxido de carbono, que emergen con los gases finales de la fabricación y que se combinan formando carbonato de amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$.

Por adición de mayor cantidad de gas carbónico se transforma el carbonato de amonio en bicarbonato de amonio $(\text{NH}_4\text{HCO}_3$, que se comienza a transformar al mismo tiempo en bicarbonato de sodio NaHCO_3 , por sustitución del ión amónico por el sódico.

El procedimiento Solvay se puede resumir en las siguientes fórmulas:



El bicarbonato de sodio se separa por precipitación del agua madre y se transforma por la acción del calor en carbonato de sodio:



Utilizando los valores moleculares de las fórmulas, tomando como base las cantidades para producir teóricamente 1,000 kilos de carbonato de sodio Na_2CO_3 , se necesitan:

Cloruro de Sodio	NaCl	1104 kilos
Amoniaco	NH_3	321 „
Dióxido de Carbono	CO_2	830 „
Agua	H_2O	340 „

y se producen:

Bicarbonato de Sodio	NaHCO_3	1585 „
Cloruro de Amonio	NHCl	1010 „

produciendo el bicarbonato de sodio a su vez:

Carbonato de Sodio	CO_2	415 „
Dióxido de Carbono	Na_2CO_3	1000 „
Agua	H_2O	170 „

MATERIAS PRIMAS Y COMBUSTIBLE

a) *Sal Común*

Teóricamente se necesitarían 1104 kilos de cloruro de sodio por tonelada de carbonato de sodio, pero prácticamente son de 1520 a 1525 kilos, lo que corresponde a 4.8 m^3 de salmuera concentrada.

b) *Amoniaco*

Teóricamente se necesitarían 321 kilos de amoniaco por tonelada de carbonato de sodio, pero por el hecho de que se recupera durante el mismo proceso y vuelve a entrar en la fabricación, sólo hay que contar con una pequeña pérdida, que en una fábrica moderna se puede calcular en 4 kilos de sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ por tonelada de carbonato de sodio.

c) *Piedra caliza*

Se usa piedra caliza para producir el dióxido de carbono necesario para precipitar el carbonato de sodio y la cal viva resultante, para descomponer el cloruro de amonio y las otras sales que tienen el amoníaco combinado.

Teóricamente se necesita por tonelada de carbonato de sodio una tonelada de piedra caliza, pero la cantidad debería ser menor, porque el combustible que se usa para quemar la cal, también produce dióxido de carbono. Sin embargo en la práctica se usan de 1100 a 1250 kilos de piedra caliza de buena calidad por tonelada de carbonato de sodio.

d) *Combustible*

Calculando los gastos de calor para transformar por calcinación, la piedra caliza, descomponer el bicarbonato de sodio, generar la fuerza motriz necesaria, subvenir las pérdidas, por irradiación y considerando el calor que se debe recuperar de algunos procesos químicos exotérmicos, se necesitan teóricamente 953,140 calorías por tonelada de carbonato de sodio. Un kilo de petróleo peruano produce alrededor de 10,000 calorías, por lo que se necesitarían teóricamente 95,314 kilos, pero prácticamente de 100 a 135 kilos de petróleo.

Análisis

En nuestro territorio se encuentran materias primas de buena calidad, como consta en los archivos del Cuerpo de Ingenieros de Minas. A continuación indico algunos análisis de cloruro de sodio, realizados en el Departamento de Química a mi cargo.

Sal doméstica de Huacho

	Insoluble	Sodio	Cloruros	Cal	Magnesio	Sulfatos
Humedad	en Agua	Na	Cl'	CaO	MgO	SO ₃ "
%	%	%	%	%	%	%
1.06	0.10	38.77	60.15	0.50	0.11	0.63
1.30	0.06	38.60	60.03	0.65	0.16	0.77

0.93	0.05	38.83	60.12	0.45	0.10	0.66
1.17	0.05	38.91	60.13	0.34	0.10	0.65
1.23	0.11	38.66	60.30	0.65	0.14	0.49
1.06	0.05	38.64	59.92	0.61	0.11	0.83
1.67	0.15	38.69	60.08	0.54	0.17	0.74
1.43	0.05	38.68	60.00	0.58	0.15	0.73

Nota: No contienen Hierro, Aluminio, Potasio, Yodo ni Bromo.

Calculando estos resultados a los términos en que acostumbra indicar sus análisis el Estanco de la Sal, tendremos:

Humedad %	Insoluble en Agua %	Cloruro de Sodio %	Cloruro de Calcio %	Cloruro de Magnesio %	Sulfato de Sodio %
1.06	0.10	97.81	0.99	0.26	0.94
1.30	0.06	97.16	1.27	0.38	1.15
0.93	0.05	97.88	0.89	0.24	0.98
1.17	0.05	98.12	0.67	0.24	0.97
1.23	0.11	97.65	1.29	0.33	0.73
1.06	0.05	97.20	1.21	0.26	1.24
1.67	0.15	97.43	1.07	0.40	1.10
1.43	0.05	97.33	1.15	0.35	1.10

FABRICA

El tamaño más apropiado para nuestro medio sería el de una fábrica con capacidad para producir 10 toneladas diarias de carbonato de sodio, (a pesar de considerarse como económico a partir de 200 toneladas) que con sus anexos estaría capacitada para abastecer el mercado nacional de carbonato de sodio, sal de soda, bicarbonato de sodio, óxido de calcio, y diversos subproductos, y que podría servir de núcleo para un desarrollo posterior.

Su rendimiento anual aproximado sería de:

Carbonato de sodio	3,000 toneladas
Bicarbonato de sodio	400 „
Oxido de Calcio	2,600 „

La fábrica debe instalarse junto a salinas, de preferencia en lugares en que se encuentre la salmuera ya lista, como por ejemplo en Salinas, cerca de Huacho, o en lugares donde haya sal y calizas vecinas y que se encuentren comunicadas con los centros de consumo, como San Blas, en Junín.

El exceso de óxido de calcio, sobre el normal consumo nacional, derivado de la fabricación del carbonato y bicarbonato de sodio, se podría aprovechar acoplando una instalación electrolítica que produzca hidróxido de sodio y cloro, para obtener cloruro de cal (desmanche) que actualmente no se consigue en nuestro país y cuyo precio en el mercado es tan alto.

COSTO DE LA FABRICA

El costo de la fábrica de carbonato de sodio, incluyendo los herrajes para el horno de cal, que nos produciría el dióxido de carbono necesario, era a fines de 1934, de S/o. 525.000.00, puesta en puerto peruano. El alza de los precios de material de fierro y del transporte, y el costo del material supletorio para instalar el horno, etc., y además la maquinaria para cristalizar la sal de soda y la instalación electrolítica, revolvedores, etc., para la fabricación del cloruro de cal, deben hacer llegar el costo total a S/o. 2.000.000.00.

Con gastos de instalación y capital de trabajo, estima el suscrito necesario un capital de S/o. 3.000.000.00 (tres millones de soles oro).

RENDIMIENTO

Una tonelada de carbonato de sodio sin embalar origina en promedio los siguientes gastos:

Materias primas y combustible .	50 - 60 %
Jornales	5 - 10 ..
Mantenimiento	10 - 15 ..
Gastos Generales	15 - 25 ..
Imprevistos	5 - 10 ..

Por tonelada de carbonato de sodio se necesitan 1,525 kilos de cloruro de sodio, 4 kilos de sulfato de amonio, 1,250 kilos de piedra caliza y 135 kilos de petróleo, cuyo precio es el siguiente:

1525 kilos de cloruro	S/o. 5.00
(Según el "Estanco de la Sal" por Alberto Hernández Zubiarte, 1934, el precio de la sal industrial en Chilca es de S/o. 0.15 los 46 kls., debiendo obtenerse para esta industria un precio especial aún más rebajado).	
4 kilos de sulfato de amonio	„ 2.00
(No se consigue actualmente en el mercado pero, se le puede asignar un precio de S/o. 0.50 el kilo. En última caso se puede utilizar amoniaco derivado del guano).	
1250 kilos de piedra caliza	„ 37.50
(Precio en Lima S/o. 30.00 la tonelada de caliza de 98 % de pureza. Puede rebajarse este precio con yacimiento propio en ubicación adecuada).	
135 kilos de petróleo	„ 5.80
(S/o. 43.00 la tonelada).	
Materias primas y combustible	S/o. 50.30

Siendo el gasto en materias primas y combustible alrededor del 50 % de los gastos totales, saldría costando la tonelada de carbonato de sodio S/o. 100.00. El precio de venta actual es de S/o. 445.00 la tonelada. Calculando sobre un precio de venta de S/o. 300.00, quedaría una utilidad neta de S/o. 200.00 por tonelada, quedando además libres de costo las sustancias remanentes.

El costo del bicarbonato sería similar al del carbonato de sodio o sean S/o. 100.00 la tonelada, vendiéndose actualmente a S/o. 510.00. Calculando sobre un precio de venta de S/o. 350.00 la tonelada, quedaría una utilidad neta de S/o. 250.00 la tonelada.

El valor del óxido de calcio ha sido involucrado al costo del carbonato y bicarbonato de sodio, por lo cual se le puede considerar libre de él. Su precio de venta actual es de S/o. 120.00 la tonelada y podría ser vendido a S/o. 100.00.

El balance de la producción relacionado con el consumo promedio anual sería:

COSTO DE PRODUCCION

	Cantidad toneladas	Costo p. tonelada S/o.	Total S/o.
Carbonato de sodio . . .	3,000	100.00	300,000.00
Bicarbonato de sodio . .	400	100.00	40,000.00
Oxido de Calcio	2,600	—	—
Costo total de los 3 productos			<u>340,000.00</u>

PRECIO DE VENTA

	Cantidad toneladas	Precio p. tonelada S/o.	Total S/o.
Carbonato de sodio . . .	3,000	300.00	900,000.00
Bicarbonato de sodio . .	400	350.00	140,000.00
Oxido de Calcio	2,000	100.00	200,000.00
Precio de venta de estos 3 productos			<u>1,240,000.00</u>

Sin considerar 600 toneladas de óxido de calcio que pueden ser utilizadas para elaborar otros productos, como por ejemplo el cloruro de cal, cuyo costo de elaboración depende en gran parte del precio a que se consiga corriente eléctrica. Además quedarían libre de costo algunos subproductos, que pueden ser utilizados para fabricar diversos cuerpos que necesita la economía nacional. Con un precio de venta de S/o. 1.240,000.00 y un costo de producción de S/o. 340,000.00 quedaría una utilidad anual de S/o. 900,000.00 o sea 30 % sobre el capital social.

A pesar de ser apreciable este factor económico, debido al crecido interés que pagaría sobre el capital invertido, tiene sólo impor-

tancia secundaria si se le compara con los beneficios que significa para la economía nacional, el contar con estos productos en nuestro propio territorio, por independizar del extranjero industrias ya establecidas, como por ejemplo, fábricas de jabón, vidrio, papel, etc. Además, la maquinaria usada para fabricar carbonato de sodio y los otros productos ya enumerados, es transformable en fuente de producción para la industria de defensa nacional.

RESUMEN

La industrialización del Perú exige como una de sus primeras necesidades la instalación de una planta de carbonato de sodio por el método de Solvay, que produzca 10 toneladas diarias y que sirva de núcleo para un desarrollo posterior. Esta fábrica con sus anexos estaría capacitada para cubrir por el momento las necesidades del país en carbonato de sodio, sal de soda, bicarbonato de sodio, óxido de calcio, cloruro de cal y diversos otros subproductos, que independizarían del extranjero a varias industrias ya establecidas.

Las materias primas a emplearse son casi exclusivamente nacionales, por lo que sería una legítima industria peruana.

Condición esencial es contar con cloruro de sodio barato y ubicar la fábrica en un lugar con condiciones ventajosas de transporte, tanto para la materia prima hacia la fábrica como del material ya elaborado hacia los centros de mayor consumo.

El capital social necesario sería de S/o. 3.000,000.00 que percibiría una utilidad de S/o. 900,000.00 considerando solo el consumo nacional de carbonato de sodio, bicarbonato de sodio y óxido de calcio, o sea 30 % anuales.

A ello habría que agregar el valor que poseen los subproductos remanentes.

Este trabajo es un mero bosquejo de lo que debidamente estudiado puede transformarse en una verdadera base industrial y son mis más fervientes deseos que sirva de punto de partida para que en un futuro cercano sea una realidad nacional.

Roberto DAMMERT TODE,

Ingeniero-Químico.