Documento informativo N° 11

SEMINARIO SOBRE EL DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS EN AMERICA LATINA*

Caracas, Venezuela, 7 al 12 de diciembre de 1964

LOS ALCALIS SODICOS

presentado por

Ing. Hubert Durand-Chastel,
Gerente General, Sosa Texcoco, S.A., México

* Este Seminario ha sido convocado por la Comisión Económica para América Latina y la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, con la cooperación de la Oficina Central de Coordinación y Planificación (CORDIPLAN) y de la Asociación de Fabricantes de Productos Químicos de Venezuela.

PREFACIO

Esta ponencia sobre álcalis sódicos se refiere en especial al Carbonato de Sodio o soda ash, Hidróxido de Sodio o sosa cáustica, así como al Bicarbonato de Sodio refinado aun cuando la importancia de éste en relación con los dos primeros es muy reducida.

En primer término, se expondrá a grandes rasgos la evolución de la industria de los álcalis sódicos desde sus principios hace siglo y medio hasta la época actual. Esa evolución, característica de la gran industria química básica, es en nuestro concepto muy interesante, ya que permite comprender y definir sus actuales tendencias.

Después se señalará la importancia que la industria de los álcalis ha alcanzado en el mundo, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica que van a la vanguardia y sobre todo en la América Latina, aludiendo a las plantas actualmente instaladas, su producción y los proyectos que existen, indicando mercados y probables demandas para el futuro.

Finalmente se harán algunas consideraciones sobre las características de esa industria y en particular sobre algunos aspectos que interesan especialmente a este hemisferio.

/HISTORIA Y

HISTORIA Y EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DE LOS ALCALIS SODICOS

En tanto que la industria del ácido sulfúrico, creada en Inglaterra en 1736 se extendía por el continente europeo durante la segunda parte del siglo XVIII, el carbonato de sodio materia prima necesaria para la elaboración del vidrio y sosa cáustica, se obtenía en forma rudimentaria y en muy pequeñas cantidades a partir de cenizas provenientes de la incineración de plantas ricas en sales de sodio, tales como el salicor. Francia en especial importaba de España grandes cantidades de esa sal y fue en esa época cuando la Academia de Ciencias con el fin de evitar las salidas de oro, instituyó en 1775 el Premio del Alcali que consistía en 2 400 libras y con el cual se recompensaría al mejor trabajo que se presentara sobre la preparación de carbonato de sodio partiendo de la sal de mar.

El premio fue ofrecido por espacio de algunos años y finalmente, en 1787 se le adjudicó a Nicolás Leblanc a quien se debe el proceso que fue explotado posteriormente en Saint Denis y que fue utilizado por más de un siglo. Ese proceso consistía esencialmente en transformar el cloruro de sodio en sulfato de sodio por reacción con ácido sulfúrico y después en reducir por el carbón el sulfato en sulfuro que era sometido a una doble descomposición por el carbonato de calcio.

Para la fabricación de una tonelada de carbonato de sodio se necesitaba, además de 1 400 kilos de sal y de 1 750 kilos de caliza, 1 400 kilos de ácido sulfúrico y por ese motivo el proceso de Leblanc incluía una planta adjunta de ácido sulfúrico; de tal manera que el desarrollo que tuvo este proceso en Francia durante la primera parte del siglo pasado y que fue aun mayor en Inglaterra al suprimirse en 1825 el impuesto sobre la sal utilizada en la fabricación de carbonato de sodio, no sólo favoreció a las industrias del jabón y el vidrio, sino también a todas aquellas que utilizaban en su proceso ácido sulfúrico cuyo precio bajó considerablemente.

El proceso Leblanc daba origen a dos subproductos, el ácido clorhídrico y el sulfuro de calcio para los cuales no había empleo en esa época lo que constituía un inconveniente pues el primero tenía que ser dispersado en la atmósfera y el segundo se arrojaba en las proximidades de las plantas.

No fue sino hasta principios del siglo XIX al descubrir Berthollet y Tennant las propiedades decolorantes del cloro, cuando se le encontró una salida al ácido clorhídrico, transformándolo en cloruro de cal por medio de su oxidación en cloro; pero lo que vino a desarrollar aun más el uso del cloro, fue la promulgación en Inglaterra del Alkali Act de 1864, legislación muy severa que se generalizó rápidamente por toda Europa y la cual prohibía en forma terminante la dispersión del clorhídrico en la atmósfera.

En 1865 en Couillet (Bélgica), Ernest Solvay descubrió un nuevo proceso para la elaboración de carbonato de sodio que tomó su nombre y en 1872 con la instalación de una planta Solvay en Dombasle (Francia) se inició una seria competencia para el proceso Leblanc que durante tres cuartos de siglo se había desarrollado con toda tranquilidad. El proceso Solvay que consiste fundamentalmente en una doble descomposición entre el cloruro de sodio y el bicarbonato de amonio utiliza solamente sal común, caliza y un poco de

/amoníaco, no

amoníaco, no nécesita ácido sulfúrico y consume menor cantidad de combustible que el Leblanc. Estas fueron las razones que hicieron imposible competir con él, desapareciendo en Francia el proceso Leblanc al cerrar en 1914 la última planta que lo utilizaba; en Inglaterra, donde el precio del combustible es inferior, el proceso Leblanc fue empleado hasta 1920.

El proceso Leblanc fue, sin lugar a dudas, el punto inicial de la gran industria química básica y el precursor de los conjuntos industriales modernos, pues no sólo representó el desarrollo de la producción de carbonato de sodio, sosa cáustica y ácido sulfúrico, sino que propició el empleo del cloro y cloruros decolorantes originando nuevas fabricaciones que trajeron como consecuencia la resolución de los problemas técnicos que para cada una de ellas surgieron. Además, fue el primero en asociar diversas fabricaciones en un solo conjunto y esa integración es característica de la gran industria química.

El proceso Solvay ha sido menos afortunado que el Leblanc, pues desde fines del siglo pasado surgió su competidor en el proceso de electrolisis de sal común que produce sosa cáustica tipo rayón, susceptible de desplazar en algunas fabricaciones el uso del carbonato de sodio; sin embargo, transcurrió aun bastante tiempo antes de que esta competencia pudiera afectarlo seriamente.

El desarrollo del proceso electrolítico se ha hecho notar de cincuenta años a esta parte y el desuso del método Leblanc le resultó beneficioso, puesto que tiene como subproducto el cloro cuyo empleo en forma líquida se introdujo a principios del presente siglo, creciendo su demanda durante la primera guerra mundial para la preparación de los gases de combate.

Al terminar la guerra en 1919, existía cierta inquietud para el mercado del cloro, en cambio las perspectivas para la sosa cáustica mejoraron por la creciente demanda de las plantas productoras de fibra rayón.

Sin embargo el gran uso que se hace en la actualidad de los solventes clorados y la aparición de nuevos productos tales como el cloruro de vinilo, los plásticos y otros compuestos orgánicos a base de cloro, han hecho crecer de tal manera su consumo que en los Estados Unidos de Norteamérica, donde la industria química ha experimentado tan gran desarrollo, el cloro ha pasado de subproducto en las plantas electrolíticas a producto principal, a grado tal que en una de las plantas de la Dow Corporation en que se tiene exceso de producción de sosa cáustica, ésta es transformada en carbonato sódico, a fin de no reducir la producción del cloro. En este caso, la competencia indirecta que hacía el proceso electrolítico al Solvay al substituir con sosa el carbonato utilizado en determinadas fabricaciones, se ha convertido en directa al transformar la sosa en soda ash.

Además, ha surgido una nueva competencia con la utilización del producto natural. Es este un fenómeno muy particular y en oposición con la evolución general de la industria química que por lo general es extractiva sólo en sus principios; pero que poco a poco substituye los métodos de extracción con procesos de transformación antes de llegar a la fase de síntesis parcial o total de los productos.

/Por ejemplo,

Por ejemplo, el amoníaco que originalmente era extraído de las aguas de lavado de las plantas de gas, y después obtenido mediante varias síntesis indirectas, basadas sobre reacciones de transformación, de cianuros, de la cianamida, es ahora preparado por síntesis directa.

De esa manera, el carbonato de sodio que en un principio se extraía de las cenizas de vegetales, se convirtió después en un producto de síntesis con los procesos Leblanc y Solvay, condición que se confirma con la práctica seguida por la planta electrolítica de Freeport (Texas), al convertir la sosa cáustica en carbonato de sodio. Sólo que para el carbonato de sodio se inició, desde la segunda guerra mundial una nueva era en su fabricación mediante procesos a partir de sales naturales (trona) que están adquiriendo una importancia creciente, a tal grado que el aumento de consumo de soda ash de los Estados Unidos de Norteamérica en los últimos veinticinco años, ha sido abastecido esencialmente con producto de esas nuevas plantas de soda ash natural.

Este fenómeno que constituye, como se ha dicho antes, una excepción notable a la evolución general de la industria química, tiene una explicación de carácter económico, y ésta es una inversión muy inferior y costos más bajos para una planta que explota productos naturales en comparación con los de una planta Solvay. De tal manera que en aquellos lugares donde existen yacimientos importantes de carbonatos alcalinos, la fabricación de carbonato de sodio se hace preferentemente por la explotación de esos yacimientos naturales antes de recurrir a la síntesis por el proceso Solvay.

Este breve resumen sobre la historia de la industria de los álcalis sódicos muestra las importantes mutaciones que ocurrieron con los procesos Leblanc, Solvay, de carbonato sódico natural y de electrolisis de la sal dentro de un período que en su mayor parte puede considerarse no sólo poco dinámico, sino hasta estático desde el punto de vista del progreso económico en general. Ahora, que la aceleración de las técnicas va acentuándose día a día, y todas las curvas señalan su evolución en los diferentes ramos, en forma exponencial, sería una ligereza asegurar que en las próximas décadas no tengan lugar nuevos cambios radicales.

ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS ALCALIS SODICOS EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA Y EN AMERICA LATINA

Carbonato de sodio

La capacidad mundial instalada es de unos 20 millones de toneladas anuales de los cuales corresponden a los Estados Unidos de Norteamérica 7 150 000 toneladas, a Europa 5 500 000, a la U.R.S.S. y los países satélites 5 500 000 y a América Latina 260 000 toneladas.

El promedio anual de crecimiento es muy variable; por ejemplo en los países muy industrializados como Estados Unidos de Norteamérica es relativamente bajo de 1.5 por ciento, en cambio en los países en proceso de desarrollo el tipo es mayor y en muchos casos puede calificarse de alto, por la demanda de soda ash para caustificar.

/En los

En los Estados Unidos de Norteamérica, las nueve plantas Solvay instaladas tienen en conjunto una capacidad anual de 5 670 000 toneladas, la planta de carbonatación de sosa cáustica 180 000 toneladas y las cinco plantas de carbonato sódico natural 1 300 000 toneladas. La capacidad anual promedio de las plantas Solvay es de 630 000 toneladas o sea casi 2 000 toneladas diarias. La planta Solvay de mayor importancia es la de Syracuse con capacidad anual de 900 000 toneladas y la última instalada (en 1938), fue la de Lake Charles (La.) con una capacidad de 375 000 toneladas. Actualmente no existe ninguna nueva planta Solvay en construcción, ni se sabe de proyecto alguno al respecto.

Por el contrario, las plantas de carbonato sódico natural se encuentran en pleno desarrollo; la Stauffer Corp. está duplicando la capacidad de su planta de Green River (Wyoming) que es de 200 000 toneladas anuales; la Food Machinery Corp., ubicada en el mismo lugar, en breve terminará su ampliación a 800 000 toneladas por año. Las reservas de álcali sódico en forma de trona (sesquicarbonato de sodio) en Green River, están estimadas en más de 20 mil millones de toneladas, es decir que tomando como base el consumo actual, sería suficiente para abastecer al mundo entero durante más de diez siglos. La trona se encuentra a profundidades del orden de 1 600 metros y el proceso consiste en extraerla por medio de perforación de minas y refinarla en la superficie, eliminando en primer término los insolubles.

La zona de Green River abarca unas 30 000 millas cuadradas y se han concedido ya más de cuarenta permisos para su explotación, algunos de ellos a compañías productoras de soda ash sintético como la Diamond Alkali Corp., Olin Mathienson Chemical Corp., etc., y otros a negociaciones totalmente ajenas hasta ahora a los álcalis sódicos, tales como la Texas Gulf Sulphur, Philipps Petroleum, etc. Todos estos nuevos proyectos permiten augurar que cada año será mayor en los Estados Unidos el porcentaje de carbonato sódico proveniente de la explotación de estos yacimientos naturales.

Por lo que hace a la América Latina, en la República Mexicana, muy cerca de su Capital, se encuentran las instalaciones industriales de Sosa Texcoco, S.A., que explota por concesión de su Gobierno las salmueras naturales del lecho del antiguo Lago de Texcoco que contienen un alto porcentaje de carbonato y cloruro sódicos. Esa compañía, en la cual tienen participación minoritaria la Imperial Chemical Industries Limited de Inglaterra y Solvay et Cie. de Bélgica, cuenta actualmente con una producción anual de 115 000 toneladas de carbonato sódico de cuyo volumen caustifica una gran parte, reservando para su venta en forma de carbonato alrededor de 50 000 toneladas anuales. El proceso consiste en carbonatar las salmueras previamente concentradas y separar por filtración el bicarbonato producido; al descomponer por calor este bicarbonato en carbonato, se recupera el gas carbónico y finalmente se calcina el carbonato obtenido para eliminar la materia orgánica. La sal común se obtiene de las aguas madres mediante un proceso de cristalización por evaporación solar. Para 1963 Sosa Texcoco, S.A., proyecta ampliar su producción anual a 200 000 toneladas de álcalis sódicos, expresados en forma de carbonato sódico, de las cuales venderá en forma de carbonato 80 000 toneladas y las restantes las empleará en la elaboración de 80 000 toneladas de sosa cáustica y 10 000 toneladas de bicarbonato de sodio refinado.

/Industria del

Industria del Alcali, S.A., con la asistencia técnica de la Allied Corporation Solvay Division, está montando una planta Solvay cerca de Monterrey en la parte norte de México, con capacidad inicial de 90 000 toneladas/año que será elevada a 130 000 toneladas cuando así lo amerite la demanda del mercado de esa zona. En esa planta se utilizará como materia prima el cloruro de domos salinos localizados en la región y la Compañía iniciará sus operaciones en 1966.

Asimismo, existe el proyecto para otra gran planta Solvay que llevará a cabo Petróleos Mexicanos en sociedad con las firmas Diamond Alkali Corp., y Oronzio de Nora de Milano. Esta nueva planta quedará integrada al importante complejo industrial de Pajaritos, ubicado muy cerca de Coatzacoalcos, en el Istmo de Tehuantepec. Al efecto se ha constituido la empresa Sales y Alcalis S.A.; la capacidad anual prevista de la planta será de 180 000 toneladas de soda ash de las cuales 40 000 serán caustificadas. La materia prima provendrá de los importantes domos salinos del Istmo. En esa zona, existen ricos mantos petrolíferos en explotación, por lo que el abastecimiento de gas natural será abundante y a bajo costo. La energía eléctrica procederá de la planta generadora instalada en la Presa de Raudales (Malpaso) sobre el río Grijalva. Además, el gobierno mexicano está construyendo un puerto y un canal para facilitar el acceso de barcos de alto calado hasta Pajaritos.

En Brasil, el Gobierno ha constituido la Compañía Nacional de Alcalis, empresa estatal que opera una planta de carbonato de sodio que ha contado para su instalación con la ingeniería de la Cía. Krebs de París. Se encuentra ubicada en Cabo Frío, a 130 kilómetros aproximadamente al Noreste de Río de Janeiro. El lugar fue elegido en vista de sus condiciones excepcionales, pues comprende una región costera formada por una serie de lagunas de poca profundidad alimentadas por el mar y en las cuales no desemboca ningún río, de tal manera que la concentración de sal duplica la normal del océano. Además el grado higrométrico es reducido y los vientos que son muy régulares aceleran la evaporación del agua, favoreciendo la producción de sal. La caliza proviene de una gruesa capa de conchas de fácil extracción. La capacidad instalada en la primera etapa es de 100 000 toneladas anuales de carbonato de sodio, de las cuales se caustifican 40 000 toneladas. Sin embargo, en los últimos años la producción ha sido muy inferior debido al insuficiente abastecimiento de sal, por lo que la empresa está tratando de modernizar las salinas y acelerar la recolección de la sal. También ha tropezado con dificultades para mover su producto, pues las maniobras de embarque se hacen con gran lentitud y resultan muy costosas. La escasez de sal en Brasil es un problema muy serio que perjudica gravemente a la industria de los álcalis sódicos.

En Colombia se encuentra la planta Colombiana de Soda, empresa promovida por el Banco de la República, localizada en Zipaquirá, al Norte de Bogotá que explota una fábrica de carbonato de sodio con una producción anual de 36 000 toneladas, de las cuales caustifica el 50 por ciento. Esta misma empresa ha encargado a la Cía. Krebs de París la instalación de otra planta Solvay con capacidad anual de 90 000 toneladas cerca de Cartagena, en la costa del mar de las Antillas. En los últimos años se han montado a orillas de la Bahía de Cartagena, al Sur de la ciudad del mismo nombre, una serie de plantas que han formado un conjunto industrial que comprende fábricas de amoníaco, de fertilizantes complejos, de cemento y álcalis sódicos; éstas son una planta Solvay de carbonato de sodio y una de sosa cáustica, en la cual se caustificará la mitad de su producción de carbonato sódico, e iniciarán progresivamente sus operaciones a partir de 1965.

En Chile

En Chile se produce carbonato de sodio a base de nitrato de sodio; su capacidad de producción anual es sólo de 12 000 toneladas.

En Argentina existe proyecto para una planta productora de carbonato sódico en San Antonio Oeste, Provincia de Río Negro, con capacidad de 180 000 toneladas/año, en la cual tendrá participación la Pittsburgh Plate Glass Co. Asimismo se tiene en estudio otro proyecto para instalar una planta de soda ash, con producción anual de 110 000 toneladas en Puerto Madryn, en la Provincia de Chubut.

En resumen, la capacidad total anual instalada en carbonato de sodio en América Latina, es la siguiente:

México	115 000	toneladas
Brasil	100 000	"
Colombia	36 000	"
Chile	12 000	"
Suma	263 000	"

Con las ampliaciones de Sosa Texcoco y las plantas en construcción de Monterrey y Cartagena, se tendrá un incremento de 265 000 toneladas anuales, por lo que la capacidad total instalada se elevará a 528 000 toneladas.

En la actualidad, el consumo anual de soda ash para caustificación en América Latina responde a las siguientes cifras:

México	65 000	toneladas
Brasil 1/	40 000	"
Colombia	18 000	"
Suma	123 000	"

En consecuencia, el volumen de soda ash para ventas se reduce a 180 000 toneladas anuales. Al ponerse en marcha las ampliaciones y nuevas plantas en proyecto la producción cautiva de soda ash para caustificación se elevará a 218 000 toneladas y el remanente libre para ventas será de 310 000 toneladas anuales.

Sosa cáustica

En la actualidad, la capacidad mundial instalada es del orden de 15.5 millones de toneladas anuales de cuya cifra 6.5 millones corresponden a los Estados Unidos de Norteamérica; 4.5 millones a Europa; 2.2 millones a la U.R.S.S. y países satélites y 200 000 toneladas a América Latina.

En casi todos los países la capacidad instalada de sosa cáustica es inferior a la de soda ash, a excepción de Japón que cuenta con una capacidad instalada de 840 000 toneladas anuales de soda ash y 1 375 000 toneladas de sosa cáustica.

El porcentaje de aumento en la capacidad de producción de sosa cáustica tiene a mantenerse elevado en todos los países y en aquellos muy industrializados, es del mismo orden que el del cloro; por ejemplo en los Estados Unidos de Norteamérica se estima en un 5 por ciento para la próxima década.

1/ Capacidad nominal de "Cabo Frío", no utilizado aún.

/En los

En los Estados Unidos existen 63 fábricas de sosa cáustica, siendo la de mayor importancia la Dow Corporation, en Freeport (Texas) con una capacidad anual ligeramente superior a 1 millón de toneladas. La capacidad promedio de las otras plantas es de sólo 90 000 toneladas anuales. De esas 63 fábricas únicamente cuatro producen sosa cáustica por transformación química del soda ash y su capacidad conjunta es de aproximadamente 360 000 toneladas/año de cáustica, o sea el 6 por ciento de la capacidad total instalada.

Como ya se indicó en párrafos anteriores, en la planta de Dow Corporation contra lo que es usual, se carbonatan 180 000 toneladas de sosa cáustica anualmente para obtener soda ash.

Cada año se instalan en los Estados Unidos nuevas plantas electrolíticas de capacidad moderada, ubicándose generalmente en los puntos donde hay fuerte demanda de cloro y en ellas la sosa cáustica constituye un subproducto.

En la URSS y en los países satélites, la situación es muy distinta de la de los Estados Unidos de Norteamérica y la mayor parte de la sosa cáustica se produce por caustificación del carbonato de sodio.

En este aspecto, Europa guarda una posición intermedia entre los Estados Unidos y la U.R.S.S.

En América Latina se da mayor importancia al proceso de caustificación del soda ash puesto que la demanda de cloro es mínima, lo que consecuentemente limita la producción de la sosa cáustica electrolítica.

En México se obtienen en la actualidad alrededor de 60 000 toneladas anuales de sosa cáustica, ya sea por el proceso de caustificación de soda ash (45 000 tons) o por caustificación directa de salmueras naturales con alto contenido de carbonato de sodio (15 000 tons). Al ponerse en marcha las ampliaciones de Sosa Texcoco, la capacidad de producción se elevará a 90 000 toneladas anuales.

En Brasil, la fábrica de Cabo Frío, tendría una producción anual de 20 000 toneladas de sosa cáustica.

En Zipaquirá, Colombia, existe una planta caustificadora con capacidad anual cercana a 17 000 toneladas. En Cartagena se está instalando otra cuya capacidad anual será de 28 000 toneladas de sosa sólida.

En resumen, la capacidad de producción de sosa cáustica en América Latina tanto por caustificación de soda ash como de salmueras naturales, es en la actualidad del orden de 100 000 toneladas anuales, cifra que se elevará próximamente a 130 000 toneladas.

En América Latina son más numerosas las plantas electrolíticas que las de caustificación. En México las más importantes son las siguientes:

	Capacidad de producción anual de sosa cáustica
Celulosa y Derivados, S.A.	12 000 toneladas
Montrose Mexicana, S.A.	12 000 "
Industria Química Pennsalt, S.A.	14 000 "
Ind. Nal. Químico Farmacéutica, S.A.	3 500 "
El Pilar, S.A.	1 500 "
Total	43 000 "

En 1963 la producción de sosa cáustica electrolítica en México fue únicamente de 33 500 toneladas, limitada por la poca demanda de cloro.

Para 1965, se contará además con la producción de la planta electrolítica que actualmente se construye en Pajaritos, en el Istmo de Tehuantepec, cuya capacidad anual será de 34 000 ton, por lo que para el año entrante se tendrá una capacidad total de producción de sosa electrolítica de unas 80 000 toneladas/año

En el año de 1963, operaban en Brasil ocho plantas electrolíticas y dos má se encontraban en construcción. Se detalla a continuación las producciones que obtuvieron en 1963, así como las cifras estimadas para 1964 de acuerdo con las capacidades instaladas:

	1963	1964	
Electrocloro	31 000	65 000	tons
Electroquímica Fluminense	31 100	37 000	"
Matarazzo	12 000	15 000	"
Nitroquímica	22 000	22 000	"
Fongra	3 300	3 300	"
Anhembi	2 200	5 500	"
Electroquímica Panamericana	1 000	3 500	"
Igaracú	15 000	15 000	"
Carbocloro	-	19 000	"
Reconcavo	-	6 600	
Sumas	117 600	191 900	"

En Argentina, la producción de sosa cáustica electrolítica en 1963 fue de 42 700 toneladas, no obstante tener una capacidad instalada de 70 000 toneladas la que sería ampliada a 100 000 toneladas para 1965.

En Zipaquirá, la planta Colombiana de Soda trabaja una planta electrolític con capacidad anual de 13 000 toneladas.

En Chile, la capacidad de las plantas electrolíticas instaladas es de unas 8 000 toneladas anuales que sería ampliada al doble.

El Instituto Venezolano de Petroquímica, empresa creada por el Gobierno de Venezuela, tiene una capacidad anual de 12 000 toneladas de sosa cáustica electrolítica que representa el 55 por ciento de la capacidad total instalada en el país, que es de 22 000 toneladas.

En Perú se tiene actualmente una capacidad instalada de 7 500 ton de sosa cáustica electrolítica que será ampliada a 12 000 toneladas anuales.

Sobre la base de las cifras señaladas en los párrafos anteriores para 1965 la capacidad instalada de sosa cáustica electrolítica será de unas 410 000 toneladas/año.

La capacidad de producción de la sosa por caustificación de soda ash y de la sosa electrolítica en conjunto, será para 1965 de 540 000 toneladas.

Bicarbonato de sodio refinado

Estados Unidos de Norteamérica tiene una capacidad de producción instalada para el bicarbonato de sodio refinado de 190 000 toneladas anuales. El porcentaje de crecimiento en la última década ha sido de sólo 0.1 por ciento.

En América Latina la capacidad instalada es muy baja, pues solamente se producen en Chile 1 200 ton anuales y en Colombia alrededor de 2 000 toneladas.

Existen proyectos para la instalación de dos plantas elaboradoras de bicarbonato de sodio refinado, una en Brasil con capacidad anual de 12 500 ton y otra [illegible] que tendrá una capacidad de 9 000 ton al año

MERCADO DE LOS ALCALIS SODICOS EN AMERICA LATINA

Carbonato de sodio

A fin de evitar duplicación en las cifras correspondientes al consumo de álcalis, no se incluye en el presente capítulo el carbonato de sodio que se caustifica, sino que quedará comprendido en forma de sosa cáustica entre los consumos de ésta.

En el año de 1962 el consumo aparente de carbonato de sodio en Brasil fue de 115 000 toneladas, de las cuales 69 000 fueron producidas por la industria del país. Ese año no se retuvo carbonato para su caustificación. El consumo aparente para 1965 se estima en 163 000 toneladas.

En México, durante el año de 1963, se tuvo un consumo aparente de 128 000 toneladas. Para 1965 se estima un consumo aparente de 143 000 toneladas.

Argentina importó en el año de 1963, 92 000 toneladas de carbonato sódico. Su consumo aparente para 1965 puede estimarse en 100 000 toneladas.

En Colombia, en el año de 1961, el consumo aparente fue de 23 000 toneladas de carbonato que en parte fueron de importación y las restantes provinieron de la producción de la planta de Zipaquirá. Para 1965 se estima un consumo aparente de 36 000 toneladas.

En Chile, cuya producción anual de carbonato de sodio es de 12 000 toneladas, el consumo aparente para 1965 puede estimarse en 20 000 toneladas.

En Venezuela y Perú, donde no existe producción local de carbonato y dependen exclusivamente de la importación, los consumos aparentes para 1965 se estiman, respectivamente, en 23 000 y 13 000 toneladas.

En consecuencia, para 1965, el consumo aparente de carbonato sódico en los siete países antes mencionados se estima en 500 000 toneladas aproximadamente, sin incluir el volumen de soda ash reservado para caustificación que se estima en 218 000 toneladas.

En las cifras anteriores no quedan comprendidos los consumos de carbonato de Bolivia, Centroamérica, Cuba, Ecuador, Paraguay y Uruguay que, en conjunto, se estiman en 62 000 toneladas anuales.

Sosa Cáustica

El consumo aparente de sosa cáustica en Brasil, durante el año 1962 fue de 240 000 toneladas; en vista de la curva ascendente iniciada desde años anteriores, puede estimarse que para 1965 su consumo aparente será de 320 000 toneladas.

/En México,

En México, durante 1963 el consumo aparente fue de 102 000 toneladas, consumo que, de acuerdo con la tendencia del mercado, puede estimarse para 1965 en 138 000 toneladas.

Durante el año 1962, Argentina tuvo un consumo aparente de 70 000 toneladas de cáustica y, dada su relativa estabilidad con años anteriores, puede estimarse su consumo para 1965 en 80 000 toneladas.

El consumo aparente en Colombia durante 1961 fue de 38 000 toneladas tomando en cuenta no sólo la producción de las plantas caustificadoras de soda ash y de electrolisis, sino también las importaciones. Para 1965 puede estimarse su demanda en 45 000 toneladas.

Los consumos aparentes de Venezuela, Perú y Chile para 1965 pueden estimarse en 25 000, 23 000 y 30 000 toneladas de cáustica, respectivamente.

En resumen, la demanda total para 1965 de los siete países antes mencionados, será de 660 000 toneladas de sosa cáustica.

Se estima en 70 000 toneladas adicionales la demanda para 1965 de Bolivia, Centroamérica, Cuba, Ecuador, Paraguay y Uruguay.

Bicarbonato de sodio refinado

Brasil importó en 1962 7 000 toneladas de bicarbonato. Las importaciones en México, durante 1963, ascendieron a 6 300 toneladas y en Argentina, durante 1962, se adquirieron de importación 4 400 toneladas.

Colombia, Venezuela, Chile y Perú tuvieron, en 1962, una demanda global del orden de 5 000 toneladas.

Puede estimarse, pues, que la demanda total de los siete países arriba aludidos será, para 1965, de 30 000 toneladas aproximadamente, a cuya cifra debe sumarse 4 000 toneladas del consumo estimado para los otros seis países de América Latina. (Bolivia, Centroamérica, Cuba, Ecuador, Paraguay y Uruguay.)

Alcalis sódicos totales

Transformando las cifras de consumo aparente de sosa cáustica y bicarbonato de sodio refinado en sus equivalentes teóricos en carbonato de sodio, se tendrá, para 1965, un consumo aparente global en álcalis sódicos, expresados en forma de carbonato, de 1 400 000 toneladas para los siete países a que se viene haciendo referencia por separado y de 160 000 toneladas para el grupo de los seis países restantes.

/PROYECCION DE

PROYECCION DE LOS CONSUMOS APARENTES

En el caso particular de México se han realizado estudios especiales para proyectar las demandas de carbonato de sodio, sosa cáustica y de álcali sódico total que se resumen a continuación:

Durante el período de 1950 a 1963, el consumo de álcali sódico total aumentó de 100 000 a 262 000 toneladas, o sea un promedio de crecimiento de 8 por ciento anual. El consumo per cápita durante el mismo lapso aumentó de 3.8 kilógramos a 6.6 kilógramos, cifra que equivale al 12 por ciento del consumo registrado en los Estados Unidos de Norteamérica.

Sobre gráficos de consumo de carbonato de sodio, sosa cáustica y álcali sódico total, se han obtenido, por extrapolación de las tendencias históricas, resultados para 1970 que a continuación se detallan:

Carbonato de sodio	185 000 toneladas
Sosa cáustica	215 000 "
Alcali sódico total	470 000 "

Además, basándose sobre el coeficiente de elasticidad-ingreso y la proyección del producto nacional bruto, se han obtenido, con tasas de incremento del producto nacional bruto del 4 y 6 por ciento, los siguientes resultados:

Consumo probable en 1970	4%	6%
Carbonato de sodio	165 000	263 000 toneladas
Sosa cáustica	163 000	316 000 "
Alcali sódico total	377 000	664 000 "

Las cifras anteriores coinciden con la tendencia histórica, ya que la tasa de crecimiento nacional bruto puede estimarse para los próximos años entre 4 y 5 por ciento.

Aplicando los mismos porcentajes de crecimiento para el conjunto de los siete países de América Latina a que se alude en párrafos anteriores, se obtienen para 1970 los siguientes consumos aparentes:

Consumos aparentes para 1970

Carbonato de sodio	650 000 toneladas
Sosa cáustica	1 030 000 "
Alcali sódico total	2 050 000 "

/CARACTERISTICAS DE

CARACTERISTICAS DE LAS FABRICAS DE ALCALIS SODICOS

A continuación se señalan algunas de las particularidades de las plantas de carbonato de sodio y sosa cáustica, exponiendo en forma especial su aspecto económico.

1. La sosa cáustica y el soda ash pueden sustituirse mutuamente en algunas fabricaciones, si bien en otras se precisa específicamente de uno de los dos productos.

El carbonato de sodio se utiliza específicamente en la industria vidriera, en la elaboración del bicarbonato de sodio refinado y para tratamiento de agua.

La sosa cáustica se emplea específicamente en la fabricación de las fibras sintéticas rayón, en la refinación del petróleo, en textiles para mercerización, para tratamiento de aceites vegetales y recuperación de hule.

Ambos productos pueden usarse indistintamente en la elaboración de productos químicos, en la fabricación de jabón y detergentes, en plantas de papel y tratamiento de metales.

Cada uno de estos productos puede ser transformado en el otro, de esa manera; por caustificación del carbonato de sodio se produce sosa cáustica y por carbonatación de la sosa cáustica se obtiene carbonato. Ambas transformaciones se llevan à cabo en los Estados Unidos de Norteamérica en forma usual. En la actualidad, cuatro plantas industriales de ese país continúan convirtiendo el carbonato de sodio en sosa cáustica; en cambio en Freeport, la planta de Dow Corporation, carbonata la sosa cáustica para producir soda ash.

Por lo general, cuando puede utilizarse cualquiera de los dos productos, el consumidor suele preferir uno de ellos no por razones técnicas, sino más bien por motivos económicos o de comodidad en su manejo. Desde luego, que el precio de una unidad Na_2O, por lo menos ex-fábrica, favorece al carbonato de sodio; pero este producto se presenta en forma sólida, cristalizada o en polvo cuya manutención es más difícil que la de la sosa cáustica; en cambio ésta se vende esencialmente en forma líquida que resulta más fácil de manejar y almacenar.

En los países que se encuentran en proceso de desarrollo, en los cuales la demanda de sosa cáustica es superior a la producción de sosa electrolítica, el soda ash que se caustifica puede dar lugar a una idea falsa sobre el consumo real de carbonato sódico como tal; debe tenerse esto en cuenta, pues se trata de un fenómeno transitorio que irá desapareciendo conforme se desarrolle la industria y, en particular, la industria química-orgánica, aumentando la producción local de cloro y sosa cáustica electrolítica.

/2. La capacidad

2. La capacidad de las plantas electrolíticas se determina según sea la demanda del cloro y, una vez instaladas, trabajan al ritmo de las altas y bajas de ese consumo. En la fabricación del cloro la sosa cáustica está considerada como subproducto y como prácticamente la totalidad de la producción de cloro (95 por ciento) proviene del proceso electrolítico, la elaboración de sosa está condicionada también al consumo de cloro.

Por otra parte, las variables demandas comerciales de los dos productos de la electrolisis de la sal no están generalmente en relación con la proporción en que se obtienen en el proceso.

Por lo regular, en los países en vías de desarrollo, la demanda de la cáustica supera en mucho a la del cloro; en cambio, en los países fuertemente industrializados ocurre lo contrario. América Latina se encuentra en la primera fase de esa evolución irreversible, por lo que se ha estimado para 1965 una demanda de sosa cáustica en los siete países estudiados, de 660 000 toneladas contra un consumo estimado de cloro de 320 000 toneladas, cifra que correspondería a una producción concomitante de sólo 365 000 toneladas de sosa electrolítica.

En tal virtud, es necesario buscar en el presente período de desarrollo de América Latina otra fuente de abastecimiento de sosa cáustica que podría ser la caustificación de carbonato sódico o bien la importación.

Este fenómeno es, en la actualidad, general en todos los países de América Latina sin excepción alguna, aún cuando en grado menor o mayor sea el desarrollo de la industria química en cada uno de ellos y se irá resolviendo conforme vayan aumentando sus necesidades de cloro.

3. El carbonato de sodio es un producto muy sensible a cualquiera variación en sus costos de transporte. En una planta Solvay, para cada tonelada de soda ash producida, es necesario acarrear ocho toneladas entre salmueras, caliza, combustible, etc., y cuando esos materiales, que si bien son baratos se consumen en grandes cantidades, proceden de puntos muy lejanos, su transporte resulta antieconómico; por tal motivo, una planta de carbonato de sodio debe instalarse siempre muy cerca de sus fuentes proveedoras de materias primas.

Además, el carbonato de sodio en sí es un producto de bajo precio; entre los productos químicos de importancia únicamente el ácido sulfúrico es más barato y, en consecuencia, el costo por envases (sacos de yute o papel) y sobre todo los fletes hasta la bodega del comprador, pueden afectar su buena comercialización. Es decir, que la cercanía de una planta de carbonato a sus zonas de consumo es un factor de vital importancia, pues no sólo se evitan cargos excesivos por fletes, sino también las mermas de producto al tener que transportarlo a grandes distancias y su posible alteración, ya que es muy sensible a la humedad.

Las nuevas plantas de soda ash natural de Wyoming, a fin de competir con el soda ash sintético en los mercados del Noreste de los Estados

/Unidos (Ohio,

Unidos (Ohio, Michigan, Virginia y Nueva York), y no obstante tener costos de producción muy inferiores, se han visto obligadas a construir flotillas de carros de ferrocarril de tipo especial, de 95 toneladas de carga útil y hacer además una combinación con transporte fluvial para poder compensar los fuertes cargos por concepto de fletes.

Ese antecedente adquiere gran importancia ante la posibilidad de que se realicen embarques marítimos de carbonato de sodio entre países de la ALALC, ya que, no obstante las tarifas de conferencia actualmente en vigor, los fletes entre dos puertos latinoamericanos son, con frecuencia, más altos que entre un puerto latinoamericano y Nueva York y, en ocasiones, Europa, debido a que los fletes de tarifa se ven considerablemente aumentados por los fuertes impuestos que deben cubrir las compañías navieras para atracar en algunos puertos y, además, por los gastos originados por la falta de servicios y equipos adecuados en puertos cuyo tráfico es tan raquítico que difícilmente se justifica la llegada de un buque. Queda mucho por hacer en ese terreno y desgraciadamente pasarán muchos años antes de que se eliminen todos estos problemas y se consiga que los fletes sean lo suficientemente reducidos para que resulte costeable el transporte marítimo entre puertos latinoamericanos de productos de precio bajo y gran volumen como lo es el carbonato de sodio.

4. En realidad, el precio del carbonato de sodio nunca ha dejado de bajar, tanto en su valor absoluto como en el relativo, a excepción hecha de los período de guerra mundial.

Ya se ha indicado que el proceso Leblanc fue eliminado por el proceso Solvay por razones económicas; pues bien, desde aquel momento, a principios del presente siglo, el precio del soda ash ha continuado desplomándose, como puede apreciarse, por las variaciones de su precio de venta y los índices promedio de los precios de otros productos químicos (en especial el del ácido sulfúrico) y los combustibles (el carbón).

La industria de los álcalis ha podido hacer frente a esa situación gracias a un lento desarrollo tecnológico y una serie de mejoramientos cualitativos de detalle que se han traducido en una reducción de costos, como son el uso del vapor en todas las etapas de su proceso, el incremento de la producción mediante la mecanización y automatización de su sistema, así como modernización de sus procesos y equipos.

Pero ninguna de esas modificaciones ha revolucionado la industria y, en cambio, han significado una fuerte inversión, por tonelada de capacidad anual, que está totalmente en desacuerdo con las fluctuaciones del precio de venta, lo que hace que la relación entre ambos factores sea en la actualidad cinco veces mayor que a principios del siglo.

Sin embargo, el elemento determinante para esa reducción de costos ha sido una fuerte expansión horizontal de la industria, elemento que será analizado posteriormente.

/A pesar

A pesar de todo, la industria del carbonato de sodio se ha vuelto poco costeable y se calcula que el rendimiento de una nueva planta Solvay en los Estados Unidos, sobre la base de los precios vigentes, sería en la actualidad de 2 por ciento después de impuestos, razón por la cual desde 1938 no se ha instalado ninguna nueva planta Solvay en ese país. El lento crecimiento de la demanda de soda ash ha sido satisfecho esencialmente por las nuevas plantas de carbonato de sodio natural.

La mayor ventaja que tienen las plantas de soda ash natural sobre las de proceso Solvay consiste en su reducida inversión por tonelada de producción diaria. En Wyoming esa inversión ha sido del orden del 50 por ciento de la que se necesita en una planta de producto sintético y puede ser aún inferior en aquellas plantas que exploten yacimientos de salmueras líquidas (Nevada, California y México).

De lo anterior se explica la razón por la cual muchas de las nuevas plantas de carbonato de sodio montadas desde la segunda guerra a la fecha, disfrutaron de un subsidio o ayuda parcial gubernamental, como es el caso de la última planta Solvay europea, instalada en Holanda y las plantas Solvay de Brasil y Colombia.

5. Las industrias del carbonato sódico y sosa electrolítica, al igual que otras fabricaciones químicas, no son industrias a base de mano de obra, sino de capital; si bien cada una de ellas presenta diferentes características en la estructura de su costo de producción.

En comparación con las grandes fábricas de otros productos minerales inorgánicos (ácidos, amoníaco, carburo de calcio, etc.) en una planta Solvay el porcentaje de mano de obra es un poco elevado en relación con el costo total, por ser el carbonato un producto abrasivo y de laboriosa manutención; pero esto no ocurre en las plantas electrolíticas donde se emplea muy poca mano de obra. En cambio, el porcentaje por materias primas que esencialmente es la sal en ambas industrias, es bajo. En el consumo de energía eléctrica sí hay una gran diferencia, pues las plantas electrolíticas tienen un fuerte consumo de energía; tanto es así que para instalar una planta de ese tipo es necesario contar con un abastecimiento suficiente y a precio bajo de corriente eléctrica, existiendo en muchos países tarifas especiales para tales plantas. Las plantas Solvay, que en su mayoría cuentan con plantas generadoras, tienen, por lo general, sobrante de energía eléctrica que aprovechan en fabricaciones anexas. En una planta moderna se estima que el consumo neto total de combustible no excede a la cuarta parte del peso del soda ash producido.

En estas industrias la incidencia de los gastos de capital es muy elevada por las fuertes inversiones que requieren las nuevas plantas, especialmente las de proceso Solvay, lo que origina un porcentaje relativamente alto de los gastos fijos en el costo de producción y trae como consecuencia que el punto de equilibrio de trabajo en una planta Solvay llegue a ser en ocasiones del orden del 70 por ciento de la capacidad teórica. Como las plantas de ese tipo tienen capacidades muy elevadas, el riesgo es igualmente elevado, por eso es que, en muchos casos,

/prefieren seguir

prefieren seguir trabajando a plena capacidad aun cuando tengan que reducir sus precios al costo y más abajo todavía, antes de trabajar a una capacidad inferior a su punto de equilibrio. A esto se debe la fuerte competencia que existe entre las plantas Solvay y el precio por demás castigado del producto.

El caso de las plantas Solvay constituye una excepción a la regla de que el punto de vista comercial prevalece sobre el técnico, pues en ellas es de vital importancia mantenerse, si no arriba, por lo menos a nivel de su punto de equilibrio y, en consecuencia, los programas de venta deben adaptarse a los de producción.

6. En párrafos anteriores se aludió a la tendencia observada en las plantas de álcalis sódicos hacia su expansión horizontal y las razones que tienen para hacerlo son dos: la primera es que la inversión por tonelada de producción disminuye a medida que crecen las instalaciones, y la segunda, que el costo de operación es menor en las plantas de mayores proporciones.

En la industria química la relación entre el costo de dos plantas de diferente tamaño es de tipo exponencial. El exponente, llamado factor de capital, puede ser tomado en principio como igual a seis décimos, presentando variaciones según el producto de que se trate y para un mismo producto según el rango de capacidades que se examine. Este hecho denota la existencia de fuertes economías de escala en el terreno de pequeñas capacidades de producción, lo que se debe a la imposibilidad de determinar algunos elementos de los equipos bajo ciertos límites técnicamente realizables. En capacidades superiores, el factor tiende a normalizarse hasta alcanzar un nivel en el cual algunos elementos del equipo deban duplicarse por haber alcanzado el límite tecnológico de las dimensiones unitarias razonables; en tales condiciones, el factor aumenta de valor y tiende a la unidad.

En las plantas de sosa electrolítica el rango de capacidad, en el cual es sensible la economía de escala, comprende de 6 800 a 40 000 toneladas anuales. Por ejemplo, la inversión por tonelada de producción anual se reduce, de 442 dólares para la capacidad de 6 800 toneladas, a 290 dólares para la de 40 000 toneladas; para una planta de 75 000 toneladas anuales, la inversión es de sólo 254 dólares.

La economía de escala por lo que hace a costos de operación, proviene principalmente de la reducción de los gastos financieros del capital invertido (depreciaciones, intereses, seguros) y también de los costos derivados de la mano de obra, incluyendo supervisión, gastos generales, mantenimiento, etc.

En una planta de 75 000 toneladas anuales de sosa cáustica, los costos unitarios de operación, por tonelada, conducen a economías de un 20 por ciento en comparación con los que se tendrían en una planta estándar de 19 000 toneladas; ese 20 por ciento se compone de un 11 por ciento por cargas de capital; 4 por ciento de mano de obra y 5 por ciento de mantenimiento y conceptos menores.

/El mismo

El mismo fenómeno, pero en forma todavía más acentuada, se presenta en las plantas de carbonato sódico. Las inversiones en dólares por tonelada anual de producción en planta Solvay con capacidades anuales de 36 000, 54 000, 108 000, 216 000 y 360 000 toneladas, serían de 200, 160, 113, 80 y 72 dólares, respectivamente. En igual forma actúa la economía de escala sobre el costo total de producción de soda ash que se reduce sensiblemente cuando aumenta la capacidad de la planta, de tal suerte que actualmente no se deben esperar resultados económicos para las nuevas plantas Solvay que se instalen en América Latina con capacidades inferiores a 180 000 toneladas anuales, salvo que concurran circunstancias excepcionalmente favorables, para la obtención simultánea de sal, caliza y combustibles y la cercanía de un mercado suficientemente grande.

Ese citado volumen es superior al consumo actual de cualquier país latinoamericano, excluyendo desde luego el soda ash utilizado en caustificación.

Se hace notar que solamente las plantas de gran capacidad están en condiciones de ofrecer un producto que se ajuste a especificaciones, ya que tienen mayores posibilidades de hacer una buena clasificación, en vista del gran volumen que producen; en este caso, metafóricamente, la calidad es un subproducto de la cantidad.

Las proporciones particularmente grandes de las plantas Solvay tienen consecuencias muy graves para los países de la ALALC, si bien puede optarse por las siguientes alternativas:

1a. Instalar una nueva planta pequeña cuya capacidad se ajuste a la demanda local del país, lo que supone una fuerte inversión unitaria inicial y otra posterior al duplicarse para atender al aumento de consumo, o

2a. Preferir la instalación de una nueva planta con la capacidad que se considera como la mínima costeable, soportando las fuertes pérdidas que tendrá al principio por operar abajo de su punto de equilibrio, hasta que aumenten las necesidades del mercado interior.

Salvo en casos excepcionales, no será posible recurrir a la exportación de la producción sobrante debido a la fuerte competencia internacional que hay para el carbonato de sodio de parte de fuertes compañías que controlan el mercado mundial y que para ello cuentan con plantas cuyas capacidades diarias son del orden de 2 500 toneladas y aún superiores, plantas que se encuentran totalmente amortizadas y cuyas cargas financieras son menores en comparación con las que prevalecen en América Latina, por lo que quedarían reducidas a exportar hacia los demás países de la ALALC en los cuales su producto tendría preferencia, si bien se tropezaría con el problema de los fletes sobrecargados a que ya se hizo mención.

/Sin embargo,

Sin embargo, el problema de esas plantas Solvay puede ser resuelto de dos maneras, la primera consiste en caustificar el sobrante de soda ash hasta en tanto que aumente la demanda del mercado local y reducir la producción de sosa conforme se vayan montando nuevas plantas electrolíticas. La segunda, solamente aplicable en el caso de la existencia de yacimientos naturales de soda ash, es la de preferir la explotación de productos naturales a la instalación de una planta Solvay, no sólo por la inversión más reducida, sino también porque se puede trabajar a capacidades inferiores.

CONCLUSIONES

La comparación entre los consumos aparentes de álcalis sódicos y las capacidades de producción instaladas o por instalarse en América Latina, pone de manifiesto fuertes déficit de álcalis en todos esos países, a excepción de México en donde se vislumbra un sobrante de consideración en soda ash si se instala la planta en proyecto de Pajaritos, Ver., dentro de los próximos años.

Es decir, que en los próximos años América Latina deberá hacer un esfuerzo excepcional en el ramo de los álcalis sódicos. Se han señalado algunas de las dificultades que ofrece la instalación de nuevas plantas en condiciones costeables, no por malthusianismo económico, sino con el deseo de hacer ver objetivamente la realidad, de la misma manera que un automovilista, al iluminar con sus faros la obscuridad, percibe la existencia de obstáculos totalmente ajenos a él, pudiendo en esa forma localizarlos y evadirlos.

Por tratarse de inversiones de importancia que deben hacerse en un período de rápida evolución, conviene tener una visión "prospectiva" del futuro, del mismo modo que - prosiguiendo con la comparación del automovilista -, sus faros deben tener un alcance mayor a medida que su velocidad aumenta. De esa manera, se evitarán inversiones inútiles o mal ubicadas, con graves repercusiones políticas y sociales que redundarían en perjuicio de la colectividad, ya que ésta, en países que se encuentran en proceso de desarrollo, tiene necesidades superiores a sus posibilidades económicas.

Como los álcalis sódicos y especialmente el soda ash no permiten la instalación de plantas enanas cuya adquisición es por demás cara e igualmente cara su operación, sino que, por el contrario, exigen empresas de gran tamaño, es indispensable definir mercados amplios, teniendo en cuenta las realidades económicas más bien que las fronteras o las situaciones artificiales creadas por tarifas arancelarias o licencias de importación, circunstancias que irán evolucionando. Tal reestructuración no implica, en forma alguna, subordinación de un país o de una zona a otro, sino una asociación y colaboración provechosa para todos.

Todos estos adelantos de nuestro mundo moderno constituyen una obra magna de larga duración y serán muy afortunados aquellos a quienes les toque en suerte cooperar en ella, restando únicamente por decir que, ya que es tan largo el camino, hay que iniciarlo sin tardanza.