

# Ingeniería Química

Revista Técnica e Industrial



NOV 1955

# 9 V. 5

FACTORES ANTIOQUEÑOS

Empresa Siderúrgica S. A.  
Medellín

Noviembre  
1955





ALTA ... EN ...



# INGENIERIA QUIMICA

PUBLICACION BIMENSUAL

## SUMARIO:

Nota Editorial .....	227
Estudio sobre Refractarios Industriales .....	229
Higiene Industrial .....	237
Algo nuevo en Azúcar de Caña .....	240
Monografía Industrial:	
<i>Empresa Siderúrgica S. A. Medellín</i> .....	245
La nueva Industria Química Alemana .....	253



Todos los artículos de este número son originales. Queda prohibida su reproducción sin previo aviso.

HAGA SUS PEDIDOS A

## DROGUERIAS ALIADAS

DROGAS QUIMICAMENTE PURAS

CARBONATO DE CALCIO	AMONIACO LIQUIDO
BROMURO DE POTASIO	OXALATO DE HIERRO
BROMURO DE AMONIO	BICARBONATO DE SODIO
FERROCIANURO DE POTASIO	BROMURO DE ESTRONCIO
YODURO DE POTASIO	FOSFATO DE SODIO
PLATA COLOIDAL	FORMOL
HIDROXIDO DE SODIO	ACETONA
ACIDO TARTARICO	CLOROFORMO
PERMANGANATO DE POTASIO	BROMURO DE CALCIO
ACIDO LACTICO	

## DROGUERIAS ALIADAS

SU MEJOR ALIADO.

TELEFONO: 197-00

# INGENIERIA QUIMICA

ORGANO DEL CENTRO DE ESTUDIANTES AL SERVICIO DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

DIRECCIÓN:  
RAFAEL L. DE FEX

Apartado:  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
Tel. 177-10

GERENCIA:  
JULIO ENRIQUE CHAUX

AÑO VII — Medellín, Noviembre de 1955 — Volumen V — Nro. 9

Tarifa postal reducida — Licencia número 1718 del Ministerio de Comunicaciones.

La Dirección no asume responsabilidad por los conceptos emitidos por sus colaboradores.

## NOTA EDITORIAL

### LA DEFENSA DE NUESTRA PROFESION

Colombia está dispuesta a desarrollar su economía por medio de la industrialización planificada y programada y en este movimiento nos encontramos empeñados todos. La industrialización consiste en dotar al país de industrias que beneficien la materia prima mineral y orgánica del territorio nacional y ahorren así las numerosas divisas que por este concepto salen de él.

Dentro del marco de los profesionales económico-industriales que en alguna forma tienen que ver con este movimiento se encuentra necesariamente el Ingeniero Químico.

La razón es muy clara: el hombre-clave en cualquier industria química nueva o en expansión y, en general, en toda industria con procesos o transformaciones físico-químicas, es aquel que por medio de sus conocimientos ayuda a la empresa en el desarrollo, diseño y operación de nuevos procesos; aquel que puede visualizar la necesidad de nuevos productos, sus mercados y las posibilidades de producirlo; y al que por su habilidad puede encomendársele el manejo de una fábrica o de una empresa altamente técnica.

De esos conocimientos de operaciones unitarias, diseño de equipo, química, matemáticas, etc., y de esa habilidad para prospectar, financiar y administrar industrias está dotado satisfactoria y exclusivamente el Ingeniero Químico.

Podríamos preguntar ahora: Está nuestra profesión representada plenamente en cada uno de los organismos, oficiales y particulares, que en una u otra forma trabajan por la industrialización del país? La respuesta es segu-

ramente desconsoladora, a causa de la posición de esta especialidad universitaria en la nación.

Existen facultades en Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali y Bucaramanga, y sus egresados están diseminados por el territorio patrio, pero, poco se conoce de su campo de acción, y muchas personas subestiman su valor y su potencialidad, trayendo como consecuencia su remuneración mediocre.

Es necesario, en consideración a lo anterior, que los Ingenieros Químicos colombianos promuevan una campaña de defensa y engrandecimiento de la profesión dentro de las esferas oficiales e industriales.

Sin embargo, cualquier campaña que se hiciera en tal sentido carecería de valor sin existir una Sociedad de Ingenieros Químicos verdaderamente nacional que unifique los esfuerzos y coordine los movimientos. La creación de la Sociedad es, por lo tanto, el imperativo de la hora presente.

Del gobierno nacional esperamos una reglamentación que defienda y delimite el ejercicio de la profesión; así como también esperamos que incluya en todos los organismos de planeamiento industrial representantes de la Ingeniería Química.

En lo tocante a la Industria Nacional, consideramos beneficioso el apoyo económico que se le dé a las Facultades de Ingeniería Química del país, quizás las más costosas para el erario de una Universidad. Debería también sostener becas en éstas, enviar estudiantes al exterior para una especialización posterior, promover y ayudar a toda organización de carácter investigativo y científico, organizar concursos para fomentar la investigación y la literatura científica, y en fin, todo aquello que vaya en bien de la ciencia y la técnica en Colombia, porque todas estas cosas no tienen sino una finalidad: la perfección de la industria colombiana.

Nov. 55.

## EL GRADO DE NUESTRO EX-DIRECTOR



WILLIAM R. FADUL, elemento de valía entre las nuevas promociones de la costa atlántica optó a su título de Ingeniero Químico con el original trabajo investigativo "LA PRODUCCION DE COQUE METALÚRGICO en las Acerías Paz del Río S. A."

Esta tesis, que mereció los más altos elogios por parte del Jurado, es de los primeros estudios que sobre Coque Metalúrgico y carbones en general se desprende de la experiencia adquirida por nuestra juventud intelectual en las Acerías Paz del Río.

El Ingeniero Químico W. R. Fadul se dirigirá próximamente hacia los EE. UU. para especializarse en Carbones industriales.

La Redacción de "INGENIERIA QUIMICA" quiere en estas páginas, que supieron de su dinamismo como director de la revista, felicitarlo sinceramente y hacer votos por su avance en el campo profesional.

# ESTUDIO SOBRE REFRACTARIOS INDUSTRIALES

Por ALVARO HENAO R.



## *Composición mineral.*

Todos los productos refractarios unidos por la quemada, consisten de partículas minerales cristalinas. Cuando el ladrillo es calentado a altas temperaturas, un líquido también aparece en proporción que depende de la composición del refractario y de la temperatura. Las propiedades físicas de un refractario a cualquier temperatura dada son fijas por la cantidad y carácter de los minerales, la sílice y el líquido del cual está compuesto. Cuando se calienta, un mineral tiene un verdadero punto de fusión en el cual pasará completamente de la condición cristalina al estado líquido a una temperatura definida. Cuando se enfría lentamente, el líquido formado cristalizará a la misma temperatura y tomará de nuevo su forma cristalina. Sin embargo, hay minerales que tienen un punto de fusión "incongruente", cuando no cambia de una condición completamente sólida a una completamente líquida a una temperatura definida, sino que se disocia formando una fase líquida y una sólida cristalina. Cuando la temperatura alcanza a pasar sobre la disociación, el material sólido se disuelve gradualmente en el líquido. Como ejemplo: MULITA ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) funde incongruente a  $1825^\circ\text{C}$ . para formar una mezcla de 38% de corindón y 62% de líquido que contiene 45% de  $\text{SiO}_2$  y 55% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Así que la temperatura sube de  $1825^\circ\text{C}$ . el corindón se disuelve gradualmente en el líquido hasta alcanzar  $1925^\circ\text{C}$ . donde llega a la disolución completa.

## *Enlace cerámico de los ladrillos. (Ceramic bond)*

Una de las aplicaciones más importantes cuando los ladrillos son quemados es darles resistencia mecánica permanente tratando de unir las partículas adyacentes interiormente. La unión entre las partículas, desarrollada por tratamiento calórico, se conoce por el nombre de "enlace cerámico".

Ladrillos no quemados o "verdes" consisten de mezclas de partículas de material refractario, las cuales varían desde tamaños gruesos, intermedios hasta finos. Las partículas gruesas, en algunos casos, tienen un diámetro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada o más. Los finos, partículas tomadas al pasar por tamices de 200 mallas, a menudo alcanzan como un 30% del total. Después de ser quemadas, los tamaños de las partículas más grandes son comúnmente diferentes: las finas generalmente forman una masa que crece más o menos vitrificada, la cual enlaza las partículas de mayor tamaño. El carácter de esta masa y su continuidad en crecimiento, además de su grado de adherencia a las partículas más grandes, tiene un efecto muy importante sobre las propiedades físicas del producto quemado.

La resistencia del enlace cerámico depende del carácter de la mezcla que constituye el ladrillo, como también del tiempo y de la temperatura de quemado. En algunos casos, los constituyentes de un refractario que se presentan en pequeñas cantidades (impurezas), juegan un papel de gran importancia en el desarrollo del enlace. En algunos tipos de refractarios, se agregan pequeñas cantidades de materiales reactivos; el enlace es formado por reacción química del material agregado con una porción del refractario. En la manufactura de ladrillos de sílice, se agrega de 1.8 a 3.5 de cal.

#### *Propiedades físicas y químicas.*

Entre las propiedades que pueden ser determinadas se encuentran el peso específico, la porosidad y la resistencia a temperatura ambiente. El peso específico de un refractario depende del material usado en su manufactura y comúnmente del tiempo y de la temperatura de quemado. La resistencia y la porosidad son influenciadas por varios factores, entre los cuales están la calidad del material, tamaño y ajuste de las partículas, contenido de agua en el momento del moldeo, presión de moldeo, temperatura y duración del quemado, atmósfera del horno y rata de enfriamiento.

La porosidad de un refractario tiene efecto sobre su consistencia para soportar cargas a altas temperaturas, su resistencia a la penetración y su permeabilidad a los gases y a su conductividad térmica.

La resistencia del ladrillo a temperatura ambiente no indica cómo se comporta a las temperaturas de operación de los hornos. Sin embargo, si la resistencia en frío es demasiado baja, el ladrillo no sufrirá rompimiento.

El primer valor del análisis químico es el control de la calidad de los materiales y de los productos. Sirve también como una base para la clasificación de los refractarios y como una guía en su comportamiento de fusión. La composición química de un refractario no es usualmente el criterio más importante de su utilidad comercial. Es bien sabido que ladrillos de casi composiciones idénticas pueden diferir ampliamente en su comportamiento bajo las mismas condiciones en un horno. El análisis químico solo, no permite evaluar la estabilidad del volumen de un refractario a altas temperaturas o de su habilidad para soportar presiones o rajamiento. El análisis químico, se puede llevar a efecto según procedimientos del A.S.T.M.

#### *Comportamiento de refractarios a altas temperaturas.*

La única condición común a todas las operaciones en hornos es la alta temperatura que sucede sobre una estructura de refractarios. Control de la alta temperatura y de la rata de cambio de la misma, es muy importante, además de otros efectos térmicos producidos en forma simultánea.

La energía calorífica fluye en el material refractario y se produce una diferencia de temperatura entre las superficies interiores y exteriores de las paredes y los arcos. Parte de la energía es almacenada en la estructura y

parte fluye a través de las paredes y se pierde por radiación y convección. Reacciones químicas pueden ocurrir entre los refractarios y los materiales en el horno, o en algunos casos, entre los diferentes tipos de ladrillos en contacto. Los refractarios pueden absorber material del baño o de la carga del horno, o dejan penetrar gases o humos, causando formación de nuevos minerales y trayendo por consiguiente cambios en características físicas y químicas del ladrillo. Bajo ciertas condiciones, CO puede descomponerse entre el ladrillo, depositando carbón en los poros debilitando su estructura.

#### *Temperatura de ablandamiento.*

La mayoría de los refractarios industriales no tienen punto de fusión verdadero, sino que, cuando son calentados sufren un ablandamiento gradual en cierto límite de temperatura. No hay puntos definidos para la transición del estado sólido al líquido. La habilidad de un refractario para permanecer rígido a altas temperaturas depende no solamente del punto de fusión de sus constituyentes cristalinos o de los eutécticos que pueden formarse, sino también de la cantidad y viscosidad del vidrio ( $\text{SiO}_2$ ) que pueda contener.

#### *Conos pirométricos equivalentes (P.E.C.)*

Una muestra del material para ser ensayado, se moldea en forma de conos de prueba y montado sobre una placa con una serie de conos pirométricos standard que tengan valores conocidos de temperatura y tiempo de ablandamiento. La placa es calentada a una rata definida hasta cuando el cono de prueba se ablande y se doble. El número del cono std. que muestre aproximadamente el mismo grado de ablandamiento del cono de prueba es tomado como el P.C.E. Este no indica un punto de fusión definido o punto de ablandamiento, debido a que la prueba no es una medida de temperatura, sino más bien una comparación del comportamiento térmico en términos de conos standard.

#### *Cambios en las dimensiones.*

En el quemado de refractarios ocurren cambios permanentes en sus dimensiones, alterando el tamaño del molde a un tamaño quemado. Es deseable que estos cambios sean completados en el quemado, tanto como industrialmente sea posible, para evitar expansión excesiva posteriormente cuando estén en uso. Si la temperatura del horno es bastante alta y si se mantiene durante un intervalo de tiempo bastante largo, habrá un cambio adicional en sus dimensiones, generalmente escaso, de carácter permanente.

Expansión secundaria con aumento de porosidad, es mostrada por varias arcillas altamente refractarias. Puede ser causada por la separación de partículas de arcilla en los planos originales de formación. En muchos casos es ventajoso porque ayuda a realizar uniones entre los ladrillos bastante perfectas.

### *Expansión térmica.*

Cuando se calientan ladrillos refractarios, se expanden y cuando se enfrían se contraen. Este efecto se conoce por el nombre de expansión térmica reversible.

### *Rajamiento.*

Se define como la pérdida en fragmentos de la cara de un refractario o estructura por rompimiento o fractura debido a un refuerzo desordenado del calentamiento. La resistencia de un ladrillo refractario al rajamiento es propia del diseño de las formas, tamaño de los granos y por el control de cada paso de su manufactura. El rajamiento es de tres tipos generales: térmico, mecánico y estructural.

El más importante es el térmico: este tipo es causado por esfuerzos resultantes de tasas desiguales de expansión o contracción en diferentes partes del refractario y comúnmente acompañado por cambios rápidos de temperatura. Los ladrillos de mayor resistencia al rajamiento térmico son aquellos que tienen mínima expansión térmica a su rata uniforme de expansión y en la textura a la flexibilidad.

### *Reacciones químicas que afectan a los refractarios.*

En muchos tipos de hornos, la acción química es uno de los grandes factores que contribuyen a la destrucción de los refractarios. En su uso, un material refractario puede reaccionar con el material cargado en el horno, con escoria u otros productos de operación, con cenizas del combustible, con gases del horno, con los humos o polvos de los gases, o en algunos casos con otros materiales refractarios. En la selección, para el uso donde estarán en contacto con escorias fundidas u otros agentes, la resistencia del ladrillo al ataque químico es de importante consideración. Ladrillos de Fireclay, alúmina-alta y sílice, deben ser usados generalmente donde el agente corrosivo es escoria silíceo. Fireclay o alúmina-alta son preferibles si el agente es una escoria poco básica o es cenizas de carbón o aceite combustible. El ladrillo de sílice es resistente al polvo y al humo que contienen óxido de hierro o cal, pero no es resistente a escorias fundidas que son altas en óxidos básicos. Ladrillos de sílice, forsterita y alúmina-alta son usados en contacto con polvos fuertemente alcalinos o humos a altas temperaturas. Para uso en contacto con escorias altamente básicas, los mejores son de magnesita y cromo.

La intensidad de la acción corrosiva dependerá de varios factores: temperatura del horno, atmósfera del mismo, composición química del refractario, porosidad y estructura del refractario, gradiente de temperatura, composición química y temperatura de fusión del agente corrosivo, tensión superficial entre el agente y el refractario (tendencia a mojarlo).

### *Resistibilidad eléctrica.*

Es muy alta a baja temperatura, pero cae rápidamente así como la temperatura sube.

### *Calor específico y capacidad térmica.*

El contenido de calor de un ladrillo a cualquier temperatura es una función del calor específico y de su peso.

Puede ser calculado de la siguiente forma:

$$H=SW(T - 32)$$

H: contenido de calor del ladrillo por encima de 32°F.

S: calor específico promedio, entre 32°F y su temp. media.

W: peso del ladrillo en libras.

T: Temperatura promedio en °F.

### *Conductibilidad térmica.*

Se desea bastante alta para refractarios que están sometidos a transferencia de calor, como retortas, muflas, hornos de coque y recuperadores. En la mayoría de los tipos de hornos, sin embargo, se requiere baja conductibilidad térmica para la conservación del calor. Entre los factores que la afectan están: temperatura, porosidad, composición química y la cantidad de material amorfo. Aumenta con la temperatura, aunque en la magnesita y forsterita disminuye cuando sube la temperatura.

### *Manufactura.*

La arcilla es comúnmente transportada de la mina a la planta en vagones cuya capacidad varía de ½ a 6 yardas<sup>3</sup>. Prácticamente toda la arcilla debe ser triturada antes de llevarla a la sección de mezcla y moldeo. Los terrones blandos se hacen pasar a través de molinos de rodillos, que rápidamente los rompen en tamaños más pequeños suficientes para ser llevados a molinos de trituración más fina. El desgaste en este tipo de molinos es muy pequeño.

Trituradores de quijadas o giratorios se emplean para arcillas duras y rocas, trituran hasta tamaños de 1" con capacidades de ½ a 500 ton/hr.

Para molienda un poco más fina se usan molinos de martillos. Máquinas de este tipo pulverizan de 100 a 150 mallas y pueden usarse para arcillas con alguna humedad. Molinos de bolas son muy empleados para molienda a fino. El material fino se remueve por un separador de aire y el oversize es automáticamente devuelto al molino. Una producción de varias ton/hr. y de 200 mallas se obtiene con esta instalación. Aun cuando el material que se desee sea más grueso, este molino de bolas continuo se usa.

Tamizado. - En la práctica es necesario clasificar los materiales por tamizado. Se usan varios tipos: tambores giratorios (trommels) para mate-

riales gruesos, además se acoplan mallas de varios tamaños al cilindro o tambor para obtener un producto que tenga una combinación deseada de tamaños. También se usan tamices vibratorios.

Mezcla. - En las plantas modernas, la mezcla se hace en mezcladoras mecánicas de alta velocidad y se encuentra que este método produce un molde más uniforme y libre de burbujas de aire. El promedio de la composición es de 36 libras de agua y 40 de arcilla, agitada durante tres y medio minutos, después de lo cual se vacía en moldes. Se acostumbra usar una solución diluída de jabón blando y agua para proteger la superficie del material no plástico del material plástico. Aparentemente el jabón forma un compuesto insoluble de calcio, lo cual produce una superficie pulida con buena resistencia al uso.

Moldeo. - El método de moldeo a mano se emplea para hacer ladrillo en formas pequeñas y especiales. El ladrillo hecho a mano es de estructura abierta, bastante resistente al rajamiento y se puede cortar fácilmente.

Actualmente se usan máquinas para moldear ladrillos a presión. En muchos materiales, la presión máxima es limitada por expansión, la que causa rompimiento, por consiguiente, si se disminuye la presión, el aire causante del rompimiento, sale. Algunas prensas llevan acoplamientos de vacío para extraer el aire.

Secado. - Los ladrillos descargados de la prensa se colocan en accesorios especiales sobre pisos secos y algunas veces calientes. Se acostumbra introducir a la mezcla plástica materias orgánicas, las cuales al ser quemadas, el carbón toma oxígeno formando CO produciendo poros o agujeros. De esta manera, fácilmente se elimina la humedad.

El tipo de secador más moderno es el de túnel continuo, en el cual carros cargados son empujados a una rata uniforme a través del túnel que tiene cuidadosamente regulada la temperatura. Ventiladores o inyectores se usan para circular aire alrededor de tubos de vapor y a través de los ladrillos para asegurar una rápida y uniforme transferencia de calor al material secado.

Quemado. - El horno generalmente usado es el de tipo circular de tiro hacia abajo y el de tipo rectangular. El circular es preferido debido al bajo costo para una capacidad dada y además una mejor distribución de temperatura. Son hechos de 30-36 pies de diámetro, su capacidad varía de 30.000 a 140.000 ladrillos std. de 9". El ciclo es aproximado de 14 días: 4½ para quemado; 5½ para enfriamiento; 2 para descarga y 2 para reacondicionarlo. Una tendencia moderna es el uso de sopladores y ventiladores de succión para acelerar el quemado y el enfriamiento. De esta manera, se aumenta en un 50% la entrega del horno. También son muy usados de túnel, pero es bastante cara la instalación.

#### *Clasificación.*

Los refractarios de muchas clases encuentran aplicación industrial. Sin embargo, aquellos de mayor importancia comercial pueden ser clasificados

sobre la base de su composición o propiedades, en unos pequeños grupos principales que son: alúmina-alta, alúmina-sílice, sílice, básicos y aislantes. En cada uno de estos grupos hay también varias clases. Hay además, varios refractarios especiales como carburo de silicio, carbón, zircón, zirconia y otros. Los de alúmina-sílice tienen dos divisiones principales: fireclay y alúmina alta.

También se puede clasificar en la base de sus formas standard, formas rectangulares o modificadas.

Fireclay. - Los compuestos esenciales son silicatos hidratados de Al. La fórmula de tipo general es  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ . Se dividen en Super-Duty cuyas características principales son: estabilidad de volumen con alta resistencia mecánica a altas temperaturas, excelente resistencia al rajamiento térmico, adecuada resistencia a escorias altamente ácidas y baja resistencia a escorias básicas. High Duty. - Propiedades físicas y químicas varían entre límites amplios, por consiguiente el ladrillo variará en combinaciones de propiedades que le son propias. Este hecho toma interés para el uso bajo amplias condiciones diferentes de operación.

Existen además Intermediate Duty y Low Duty con características semejantes al anterior.

Alta alúmina. - El contenido de alúmina varía desde 50 a 99%. Alta refracción, con aumento a medida que aumenta el contenido de alúmina. Alta resistencia a la corrosión de mayoría de escorias básicas, más grande que el fireclay, alta resistencia mecánica a altas temperaturas, buena resistencia al rajamiento.

*Sílice.*

Se divide en Super Duty y Convencional. Alta refracción y resistencia a la abrasión, alta resistencia mecánica a altas temperaturas, conductibilidad térmica a altas temperaturas alrededor de 25% más grande que el fireclay; alta resistencia a la corrosión por escorias ácidas, adecuada resistencia al ataque por óxidos de cal, Mg y Fe. Rápidamente atacado por escorias básicas y fluor, no está sujeto al rajamiento térmico a temperaturas por encima de 1200°F, pobre resistencia al rajamiento térmico a bajas temperaturas.

Magnesita. - Comprende varias clases: Quemado, de 85-90% de Mg, más del 90% de Mg y enlazado químicamente. Alta resistencia a la corrosión de escorias básicas, muy baja resistencia a escorias que contienen alto % de sílice, alta conductibilidad térmica. El enlace químico y el ladrillo hecho en moldes de metal tienen marcada resistencia al rajamiento.

Cromo. - El quemado tiene alta resistencia a la corrosión de escorias básicas y moderadamente ácidas. En general, escorias básicas no se adhieren al ladrillo de cromo. Bajo ciertas condiciones poco comunes, el óxido de hierro es absorbido y causa una expansión, la conductibilidad térmica más baja que la de magnesita pero más alta que la de fireclay.

Magnesita-Cromo. - Enlazado químicamente, hecho en moldes de metal y quemado. Resistencia mecánicamente buena y estabilidad de volumen a alta temperatura suficiente, excelente resistencia al rajamiento, alta resistencia a corrosión de escorias básicas.

**Cromo-Magnesita.** - Por enlace químico y quemado. Resistencia mecánica y estabilidad de volumen a alta temperatura excelentes, resistente al rajamiento, alta resistencia a la corrosión de escorias básicas.

**Olivina (Forsterita).** - Es quemado. Alta refracción, buena resistencia a alta temperatura, notoria resistencia a corrosión por compuestos alcalinos, adecuada resistencia a la mayoría de escorias básicas, es atacado por escorias ácidas. Su fórmula general es  $2MgO \cdot SiO_2$ .

**Aislantes.** - Una de las funciones más importantes es retardar el flujo de calor a través de las paredes de los hornos, disminuyendo pérdidas por radiación y aumentando la eficiencia térmica. Son hechos de tierra de infusorios cruda o calcinada, fireclay, diásporo. Durante la manufactura, el material básico es generalmente mezclado con material combustible como coke o corcho, que al ser quemado forma poros, los cuales imparten alto valor aislante.

**Especiales.** - Emplea porcelana vitrificada como aislante; incluye china clay, ball clay, talco, feldeespato, zircón, etc. Se emplea en accesorios calóricos, eléctricos, de gas, en switches y controles de radios, electrónicos y de televisión, además para terminales de transformadores y controles de motores.

**Zirconia y Zircón.** - Estos minerales tienen el uso limitado como ladrillos. Se usan en el laboratorio para fusiones especiales, resisten altas temperaturas.

**Carburo de silicio.** - Es un mineral cristalino sintético hecho en hornos eléctricos a temperaturas que varían entre 1780 y 2200° C de arena y coke. Es muy refractario; algunas veces, a bajas temperaturas se oxida con sílice.

#### *Usos.*

**Fire clay:** altos hornos, hornos de solera abierta, cubilotes, estufas de metalurgia, hornos de caliza, hornos de alfarería, de Cu y latón, calderas y hornos de carbón.

**Alúmina alta:** en industria del cemento, zonas de calcinación de hornos giratorios de cal y dolomita, hornos de vidrio, alambiques para petróleo a alta presión, regeneradores de altos hornos.

**Sílice:** hornos de hogar abierto, arcos y paredes de hornos para vidrio, hornos de coke y retortas de gas, hornos eléctricos y en convertidores Bessemer.

**Magnesita:** hornos de hogar abierto, para forrar convertidores de Cu, hornos de refinación en general.

**Cromo:** en industria de acero.

**Carburo de silicio:** en muflas, en recuperadores por la ventaja de absorber y entregar calor rápidamente.

**Olivina:** hornos de refinación de cobre y como cemento para unir ladrillos refractarios.

**Aislantes:** como revestimiento externo a los refractarios.



# MONOXIDO DE CARBONO

## PELIGROS COMUNES, SOBRE TODO NO INDUSTRIALES

JAIME GALLON RUIZ  
Ingeniero Químico.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA  
Servicio de Higiene Industrial  
Serv. Coop. Interamericano de S. P.

No es raro ya encontrar, con alguna frecuencia, en los periódicos colombianos titulares como éstos: "Una anciana y sus tres nietos intoxicados con gas carbónico; la mujer dejó de existir", "Un muchacho alfarero de 14 años murió por asfixia dentro de un horno". Estos comentarios, y en general aquellos sobre casos similares, se refieren casi exclusivamente como intoxicaciones por gas carbónico y en algunos casos por gases emanados en determinadas circunstancias pero casi nunca se expone en forma concreta, excepto en los casos de gas carbónico, la sustancia que produjo la asfixia o la intoxicación.

Casi siempre se piensa en estos casos en función del gas carbónico como producto principal de la combustión de sustancias carbonáceas y como responsable de las asfixias e intoxicaciones y poca o ninguna consideración se hace de los otros productos de la combustión, principalmente cuando ésta se efectúa en forma incompleta, o sea, con deficiencia de aire u oxígeno, los cuales son más tóxicos y peligrosos que el gas carbónicos.

En la combustión de sustancias carbonáceas tales como carbón mineral y vegetal, coke, aceites, grasas, gasolina, espermas, madera (leña), gases de iluminación y calefacción, basuras, papeles, telas, hidrocarburos en general, etc., se obtienen diferentes productos de acuerdo con las condiciones en las cuales se efectúe. La combustión puede ser completa o incompleta según que se realice con suficiente suministro de aire u oxígeno o no. El producto principal de las combustiones es el anhídrido carbónico o bióxido de carbono conocido más comúnmente con el nombre de gas carbónico, de fórmula química  $\text{CO}_2$ . En la combustión incompleta se producen, además del gas carbónico, otras sustancias sumamente tóxicas y peligrosas entre las cuales las principales son el monóxido de carbono, el formaldehído y la acroleína.

No puede afirmarse categóricamente que el gas carbónico es completamente inofensivo como tampoco que es completamente tóxico, obra sí como un asfixiante químico porque disminuye la concentración de oxígeno en el aire. Debe recordarse que el gas carbónico obra como regulador de la función respiratoria, que un aumento en su concentración aumenta la velocidad

de la respiración y que en concentraciones altas puede llegar a paralizar el centro respiratorio produciendo la asfixia y finalmente la muerte.

El monóxido de carbono en cambio puede considerarse en altas concentraciones como un gas insidioso puesto que conduce rápidamente a la inconsciencia a la persona que lo respira. Su efecto principal es directamente sobre la hemoglobina de la sangre con la cual se combina formando un compuesto sumamente estable, impidiéndole el transporte del oxígeno a los tejidos el cual es absolutamente necesario para la vida.

El gas carbónico produce asfixia, la cual generalmente es perceptible en casi todas sus manifestaciones, la insuficiencia de oxígeno desespera las personas y las hace tomar decisiones que conducen a la protección como es común la de abandonar el lugar en el cual se encuentran. No ocurre igualmente con el monóxido de carbono, la sintomatología inicial: dolor de cabeza, náuseas, vértigo y vómito principalmente, suele ser muy similar a la de otras enfermedades o intoxicaciones tales como alcoholismo, envenenamiento por drogas o alimentos, coma diabética, otras causas de colapso; esto en cuanto a concentraciones bajas o relativamente bajas se refiere, en concentraciones altas sus efectos son muy rápidos y muy peligrosos porque conducen muy pronto al estado de inconsciencia.

Estos gases se presentan en una gran cantidad de industrias pesadas pero su peligrosidad es quizás mayor y más frecuente en una gran serie de operaciones comunes y corrientes de la vida diaria y no deben considerarse propiamente como industriales pero que se efectúan sin ninguna precaución ni control y sobre las cuales ejercen una gran influencia las condiciones de la vida y el clima. Es muy lamentable pero cierto que una gran cantidad de las viviendas colombianas se encuentran en condiciones no por cierto muy aceptables en las cuales imperan el descuido, el desorden y las condiciones antihigiénicas y peligrosas en general. Es común que muchas viviendas, aun en las ciudades más importantes del país, carezcan de servicios de iluminación eléctrica y con mayor razón de sistemas eléctricos de calefacción. Estas deficiencias se suplen con sistemas inadecuados o improvisados que presentan graves peligros para la vida y la seguridad de las personas: iluminación con "espermas o velas", lámparas de aceite, petróleo, gasolina, calefacción por fogones u hogueras en sitios cerrados y sin ninguna ventilación, cocinas que utilizan diferentes combustibles sin ninguna precaución, calefacción cerca o dentro de hornos de panadería o de chircales, funcionamiento de motores de combustión interna, sobre todo de gasolina, en áreas mal ventiladas, etc. A estas desventajas y peligros se les suman la aglomeración, el descuido y las pésimas condiciones de ventilación para completar así un cuadro especial que encierra los graves peligros de los gases de combustión asfixiantes o tóxicos que hacen difícil la respiración y ponen en peligro la vida además del hecho de constituir un ambiente muy propicio para el desarrollo de incendios en los cuales también se presenta el peligro de estos gases de combustión, como también el de destrucción de los bienes y la vida de niños o personas inhábiles.

Estos hechos se presentan con mayor frecuencia en los lugares fríos de por sí y en las épocas de invierno o de frío intenso en lugares que no lo son comúnmente puesto que en estas circunstancias la gente busca más sistemas de calentamiento, cierra más las ventanas y las puertas desmejorando las condiciones de ventilación y aumentando, por lo tanto, la concentración de los gases de combustión.

De acuerdo con informes del Laboratorio de Toxicología la mayoría de los casos allí conocidos y estudiados sobre muertes por monóxido de carbono se deben a desprendimiento del gas en casas de gente humilde durante la cocción de alimentos, buscando calefacción por diferentes combustibles o cerca o dentro de hornos de panadería o de chircales y por la permanencia en camiones cerrados en los cuales los motores han continuado funcionando.

Dadas estas circunstancias debe tenerse muy presente la peligrosidad de estos gases y tomar precauciones tan pronto como se presenten los primeros síntomas, pero más importante aún es tomar las medidas preventivas para evitar que estos gases se presenten en cantidades peligrosas. Al respecto se presentan en seguida las concentraciones máximas permisibles aprobadas por la 16ª Conferencia de Higienistas Industriales de los Estados Unidos en 1954 para los gases más comunes como productos de combustión.

Gas carbónico . . . . .	5000	ppm *
Monóxido de carbono . . . . .	100	ppm
Formaldehido . . . . .	5	ppm
Acreoleína . . . . .	0,5	ppm

Entre los casos principales más comunes de envenenamiento no industrial por el monóxido de carbono se encuentran: calentadores de gas en zonas mal ventiladas, hornos o sistemas de calefacción o de cocción de alimentos en el piso y las cocinas. Las "muchachas" o personas del servicio en las cocinas sufren a menudo dolores de cabeza, náusea, mareos, etc., que indican claramente que se trata de los primeros síntomas de la intoxicación por monóxido de carbono; esto ocurre más frecuentemente en los lugares fríos y el peligro es aún mayor en las épocas de invierno. Será muy conveniente y aconsejable que quienes lean este artículo se sirvan difundirlo y tenerlo muy presente para cuando estos casos puedan presentarse en sus casas. La mejor defensa es procurar siempre una buena ventilación permitiendo la libre circulación de aire, abriendo puertas y ventanas y proporcionando ventilación mecánica siempre y cuando sea posible. Las personas que presenten los síntomas iniciales de intoxicación a más de tratar de mejorar las condiciones generales de ventilación deben retirarse a lugares bien ventilados a tomar aire fresco. En casos de intoxicación grave dar pronto aviso a un médico.

El Servicio de Higiene Industrial quiere así dar su voz de alerta sobre este grave peligro de ocurrencia muy común, desgraciadamente muy ignorado e inadvertido que siega una gran cantidad de vidas con relativa frecuencia.

\* Partes de gas por millón de partes de aire.

# ALGO NUEVO EN AZUCAR DE CAÑA

L. A. PEREZ MEDINA, Ph. D.  
Departamento de Química Orgánica.

En febrero de 1952 el Director de Investigación de la American Sugar Refining Co., S. M. Cantor, expresaba en los términos siguientes cuál era en ese momento la posición tecnológica de la industria azucarera, en lo que respecta al azúcar de caña: «Es un hecho bien sabido que los métodos reconocidos actualmente como clásicos en esta industria están prácticamente en el mismo estado de desarrollo que tenían en 1876, año en que fue fundada la American Chemical Society». Cantor hace una afirmación parecida respecto a la fabricación de azúcar de remolacha, si bien concede que en este campo la situación no es la misma, acaso porque la industria, producto que fue de la investigación orgánica, ha tenido cierta tendencia a seguir de cerca los nuevos avances de la técnica.

Hoy, cuatro años después de la época reseñada por Cantor, hay serios indicios de que la situación está a punto de cambiar radicalmente. Para los fabricantes de azúcar de remolacha la solución puede venir de Ann Arbor, Michigan, en donde un grupo de ingenieros ha diseñado un novedoso método de extracción, que si da en la práctica los mismos resultados logrados ya en pequeña escala, reemplazará ventajosamente los métodos usados por la industria desde hace noventa años, con resultados discutibles. Precisamente el estudio que se adelanta en Michigan fue ordenado por los productores de azúcar de ese estado, para quienes la situación ha llegado a ser ésta: o cambian los equipos de difusión discontinua (método Robert) que emplean hace décadas, o dejan el negocio; pero no les atrae cambiarse al proceso continuo que usan otros productores americanos y la mayoría de los europeos, pues consideran que tampoco este método ofrece una solución permanente. De donde se han venido a la Universidad de Ann Arbor a pedir consejo, con el resultado de que la intensa investigación adelantada allí parece a punto de dar fruto. En el método propuesto por los técnicos que tienen a su cargo el proyecto, un chorro de vapor de alta velocidad toma las rebanadas de remolacha (llamadas cosetas en el oficio) y las tira violentamente contra una placa de choque, con lo que la estructura celular se rompe y la sacarosa queda disuelta en el agua de condensación. Después de centrifugar o filtrar la masa, se obtiene un jugo comparable al de los dializadores de uso corriente. Ventajas: equipo sencillo, operación continua y muy rápida, recuperación del 99% de la sacarosa presente.

En el campo del azúcar de caña hay una novedad más sensacional: un método de extracción de jugos que ha sido probado ya con éxito en las etapas iniciales de laboratorio y planta piloto y está listo para ser aplicado en grande escala. Se trata de un dializador de operación continua diseñado por la National Cylinder Gas Co. de Chicago, en colaboración con la Uni-

versidad de Luisiana y la Asociación de Productores de Azúcar de Fellsmere, Florida. Lo curioso del caso es que mientras los fabricantes de azúcar de remolacha, como ya dijimos, pueden estar próximos a repudiar sus viejas técnicas de difusión y cambiarse a un método mecánico de extracción, los que fabrican azúcar de caña reciben ahora una propuesta formal para que abandonen su tren de molienda y adopten una torre de difusión. Que desde luego no tiene parecido alguno con los difusores para remolacha, de igual manera que el procedimiento mecánico propuesto en Ann Arbor no guarda la menor semejanza con el tandem de los ingenios.

En este método de la National Cylinder, la caña procedente de los cultivos se tira sobre un transportador que la entrega, ordenada longitudinalmente, a una picadora Taylor-Styles, la cual corta los tallos en pequeños discos que tienen un espesor promedio de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Los recibe una registradora de peso Merrick y van de allí a un tanque de mezcla en donde las rebanadas son agitadas con jugo caliente tomado del difusor. Una bomba centrífuga inyecta la masa de jugo y caña en la base de la torre vertical cilíndrica, el difusor, en donde la toma un elevador de diseño especial consistente en una serie de espirales montados sobre un eje vertical que gira lentamente y que constituye el único elemento móvil de la torre. Por el domo de ésta se alimenta agua caliente, 190 a 210° F, y así, por una operación usual de contracorriente, los trozos de caña entran en íntimo contacto con el vehículo de extracción. Por una conjunción de ósmosis y dianálisis el jugo azucarado de la célula vegetal es reemplazado por agua, mientras el agua caliente que desciende arrastra la sacarosa disuelta. Un filtro en la base de la columna deja pasar el jugo, estéril y de alta pureza, mientras arriba un barredor giratorio montado tangencialmente tira afuerza el bagazo. Hay recirculación de una pequeña parte del jugo que se envía atrás a recoger la caña picada; el resto sigue el proceso ordinario.

Todas las unidades esenciales del equipo están interconectadas eléctricamente, como corresponde a un proceso de control automático: el peso de la caña gobierna la alimentación de agua caliente en el difusor y ésta, a su turno, el suministro de vapor de modo de mantener la temperatura dentro de valores apropiados; la cantidad de jugo que se retira para ser procesado controla el nivel de agua en la torre; el jugo que recircula pasa por un calentador automático y regresa a la torre con la temperatura prevista, etc. Otros datos: la relación agua/caña tiene en este método un valor de 1.10 hasta 1.25; el bagazo sale con una humedad media de 86%, que puede reducirse a 45% o menos en un deshidratador auxiliar, si se desea; los jugos, más diluídos que los del tandem, tienen en cambio 2 a 3 puntos más de pureza; la columna de difusión puede alcanzar hasta 60 pies de altura y 10 de diámetro. En su interior los espirales giran con una velocidad periférica que varía entre 50 y 100 pies por minuto. (Ver diagrama anexo).

La mayoría de los controles y equipo accesorio van montados en la misma estructura de acero que soporta la torre, mientras el resto de las uni-

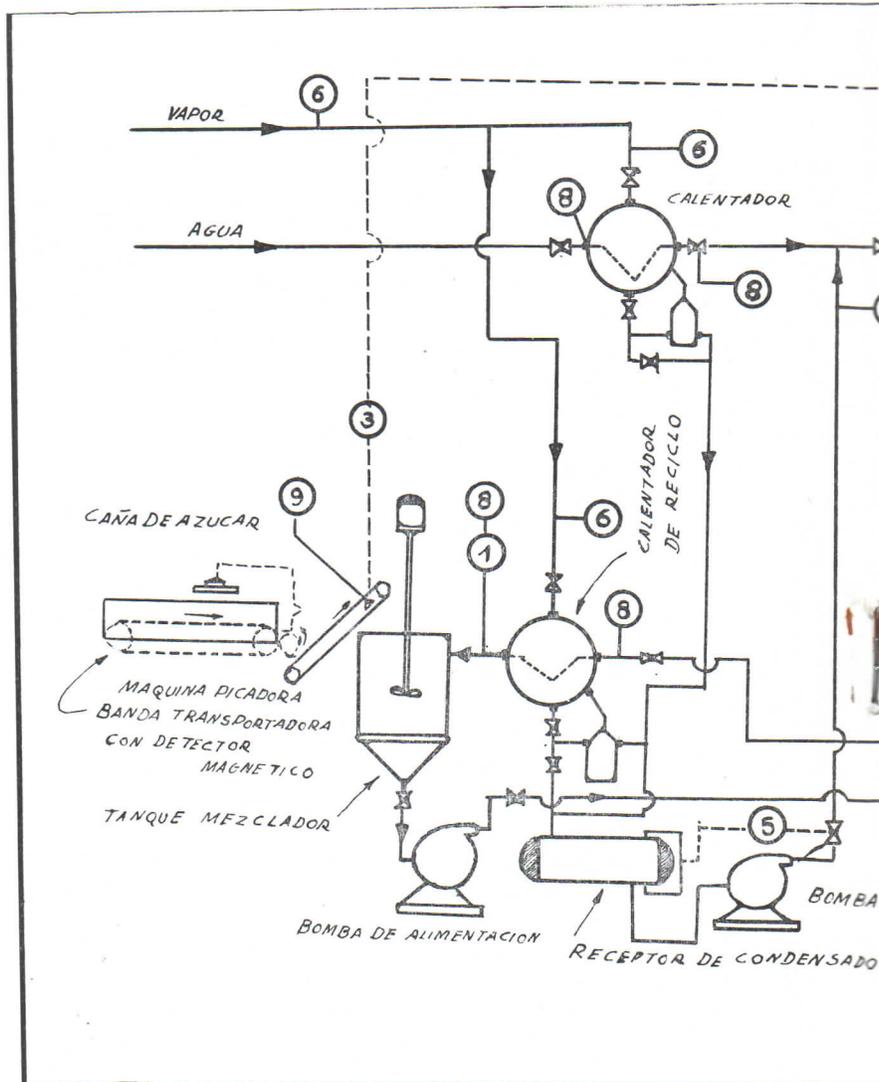
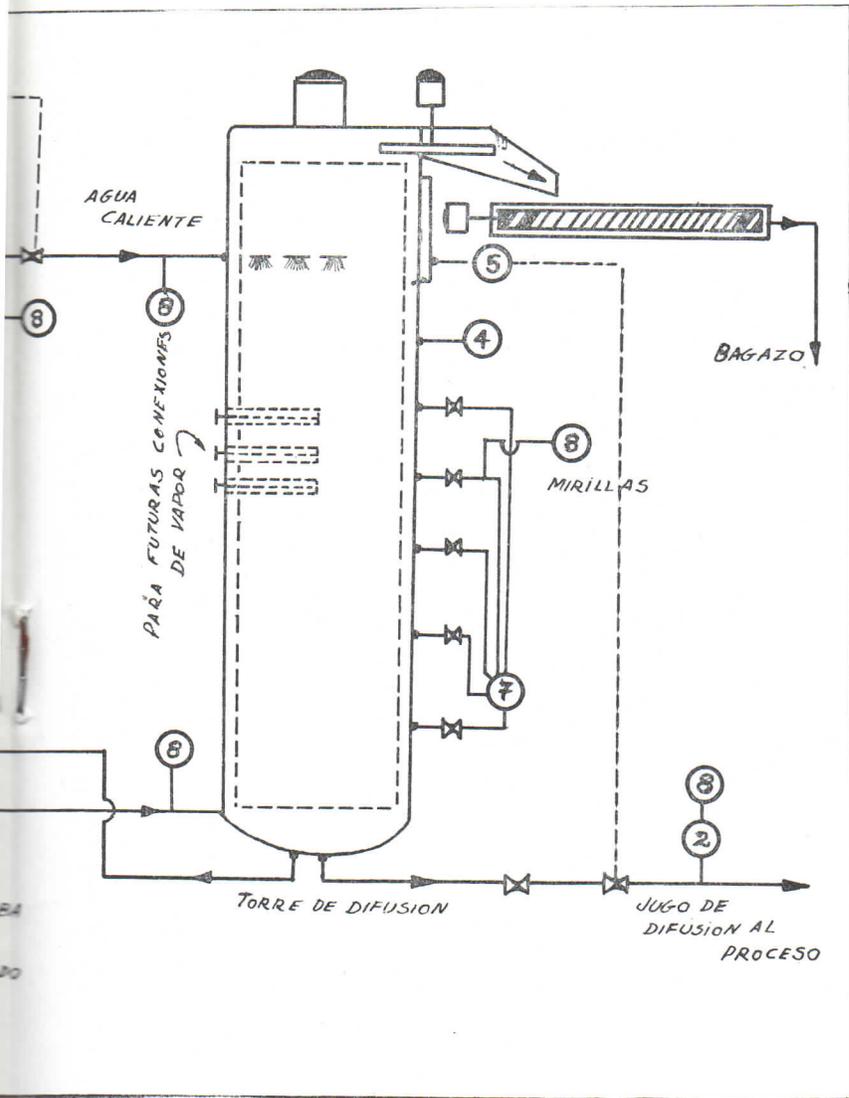


DIAGRAMA DEL PROCESO DIFUSOR VERTICAL C

- (1) Medidor de flujo.
- (2) Grabador de flujo.
- (3) Control de flujo.
- (4) Medidor de nivel.
- (5) Indicador de nivel del líquido.



CONTINUO PARA AZUCAR DE CAÑA. (NCG).

- (6) Indicador de presión.
- (7) Conexiones para muestras.
- (8) Indicador de temperatura.
- (9) Báscula automática.

dades (picadora, bombas, tanques de mezcla, etc.) van colocados junto a la base, en un espacio reducido que le da al conjunto una apariencia compacta.

En lo que respecta a las ventajas de este método de difusión de la National Cylinder sobre el método usual de molienda, la planta piloto de Fellsmere ha dejado en claro los siguientes puntos:

*Inversión.* - Un tren completo de difusión exige menos del 50% del acero que se requiere para una instalación de molienda de igual capacidad, lo que necesariamente se traduce en un menor costo. Además el difusor se monta en la mitad del espacio requerido para el tandem, y no requiere techo.

*Eficiencia.* - La National Cylinder Gas Co. está dispuesta a garantizar una recuperación mínima del 97% de la sacarosa presente en la caña. Además, como se dijo arriba, los jugos son aquí de mayor pureza que los obtenidos por el tratamiento exclusivamente mecánico del molino, con lo que las operaciones siguientes de neutralización, defecación, etc., se hacen más fáciles.

*Energía.* - El consumo de fuerza motriz es apenas un 33 hasta un 50% del que corresponde a una unidad tandem equivalente.

*Mantenimiento y mano de obra.* - Considerablemente menores que en el método usual, debido a la simplicidad del equipo y a su control automático. Dos operarios son suficientes para atender las unidades colocadas entre el transportador de caña y la descarga de bagazo. Por lo demás el único elemento móvil de la torre de difusión, ya se dijo, es el árbol central sobre el que van montados los espirales. Como el árbol gira lentamente su operación no ofrece problemas especiales de alineamiento u otros.

La National Cylinder Gas Co. ofrece equipos completos para capacidades variables entre 150 y 1.500 toneladas diarias de caña. Y está dispuesta a prestar los servicios de ingeniería necesarios para el montaje y puesta en marcha de la instalación, bien se trate de sustituir enteramente el sistema de molienda o de complementarlo con una unidad difusora para aumentar la producción de jugos. \*



## CONFERENCIA SIDERURGICA

El próximo año se reunirá en el Brasil (Sao Paulo) una junta de expertos en Siderurgia. A dicha reunión se le concede mucha más importancia que la de Bogotá en octubre de 1952. Colombia —como país latinoamericano con experiencia en siderurgia— participará en esta reunión y presentará un estudio comparativo de bastante interés.

---

\* Si alguno de nuestros lectores desea una información más extensa sobre este interesante cambio en el beneficio de caña de azúcar, puede obtenerla de Químicos Asociados, Ltda., Apartado Aéreo 16-14, Medellín. - N. de la R.

# *Empresa Siderurgica S.A. - Medellín*

— Una realidad económico-industrial de Colombia —

Año de fundación: 1938

GERENTE: DR. JORGE VELASQUEZ TORO

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA:

D. Jesús Mora  
D. Jorge Sobenman  
D. Tulio Villegas  
Dr. Raúl Zapata Lotero  
Dr. Francisco Eladio Restrepo

SECRETARIO GENERAL: D. LUIS RESTREPO RUEDA

DEPARTAMENTO TECNICO:

SUPERINTENDENTE: Ingo. JULIO MARTIN RESTREPO  
AYUDANTE DE SUPERINTENDENTE: DR. RAFAEL LINCE LATORRE  
ADMINISTRADOR DE LA PLANTA: Ingo. Químico GUSTAVO AGUIRRE  
JEFE DE SOSTENIMIENTO: D. ARTURO GARCIA A.  
CONTROL DE PROCESOS: Ingo. Químico HUMBERTO GALLEGO  
CONTROL DE LABORATORIO: Ingo. Químico ERNESTO PELAEZ  
JEFE DE TALLERES: Ingo. Mecánico MARIO BOTERO L.

Entre los varios artículos considerados como de primera necesidad, tanto para el desarrollo industrial como urbano de un país, encontramos el hierro, ya sea como tal, o como principal componente de infinidad de aleaciones. Siendo así, un país que posea industria siderúrgica, lleva gran ventaja sobre aquel que no la tenga y por consiguiente se vea obligado a importar el hierro para llevar a cabo su adelanto industrial, agrícola, vial o urbano.

Este era en síntesis el problema que afrontaba Colombia. Más aún, ante la realidad de la Segunda Guerra Mundial, los países productores de hierro habían aumentado el consumo de éste debido a la intensificación en la producción de armamentos, disminuyendo en esta forma su importación.

Fue entonces cuando el ingeniero Julián Cock, hombre de una gran visión industrial, planeó y empezó a desarrollar una empresa siderúrgica, que aprovecharía los recursos minerales del suelo antioqueño; desafortunadamente tropezó con una serie de dificultades que variaron el curso de lo pla-

neado inicialmente, y entonces se pensó en el beneficio de la chatarra nacional, que sobra decir era muy abundante.

Este nuevo plan tuvo una gran acogida entre los industriales como don Jesús Mora, y en esta forma, con ligeras modificaciones a los planos del ingeniero Cock, se desarrolló la EMPRESA SIDERURGICA como una sociedad anónima en Medellín.

Podemos decir que en el año de 1941, lo que hacía no más tres años eran proyectos y planos, había alcanzado su pleno desarrollo. Hoy día SIDERURGICA cuenta con un capital autorizado de ocho millones de pesos (\$ 8'000.000.00), habiendo sido pagados seis millones doscientos mil pesos (\$ 6'200.000.00). Además tiene una subsidiaria, la SIDERURGICA DEL MUÑA LTDA. (Bogotá) que está especializada en piezas industriales y cuenta con un capital de un millón de pesos (\$ 1'000.000.00). También tiene el 50% de las acciones de la EMPRESA DE REFRACTARIOS COLOMBO-SUIZA (ERECOS), la cual está montando su nueva planta al pie de la de la EMPRESA SIDERURGICA, habiendo sido construídas sus estructuras metálicas por ésta.

Entre la variedad de productos que tiene la empresa en el mercado nacional encontramos: hierros de refuerzo, que ofrecen una resistencia de 65.000 a 75.000 libras por pulgada cuadrada, platinas, hierro cuadrado y rectangular, piezas industriales, tuberías para agua, galvanizadas, de distintos calibres, y de una resistencia de 150 libras por pulgada cuadrada, accesorios para tubería como uniones, reducciones, universales, codos, etc.

La EMPRESA, poseída de un espíritu progresista y al tanto de las nuevas técnicas en la industria de siderurgia y fundición, está proyectando un ensanche en las secciones de laminación, fundición y accesorios, pudiendo ofrecer dentro de muy poco tiempo productos nuevos, tales como: bolas y varillas para molinos, de acero al manganeso, con una dureza de más o menos 450 gdos. Brinell; diversos tipos de fundición, como bronces, latones, cobre, aceros especiales, etc.; y también aumentando la producción de artículos que ya se fabrican en ella.

Es así como "Siderúrgica de Medellín" está cumpliendo con la misión que se impuso, ocupando lugar preeminente dentro de las industrias básicas para nuestra economía. De ella dijo el ingeniero mejicano Juan Latapí, refiriéndose a la sección de accesorios: "No tiene nada qué desear en comparación con una planta de los Estados Unidos". Opinión ésta que compartieron algunos delegados de la CEPAL que visitaron las instalaciones recientemente.

Para dar una mayor idea de la magnitud de la empresa, voy a describir, en forma más o menos detallada, los procesos que se llevan a cabo, las instalaciones y equipos que posee:

a) PROCESO DE FUSION: Como ya se dijo, la EMPRESA beneficia el hierro viejo o chatarra procedente de todo el país. El consumo aproximado es de 400 a 500 toneladas semanales.

Una vez llegada a la planta, la chatarra es clasificada de acuerdo con su calidad, luego pasa a un cortadora mecánica que la deja de un tamaño adecuado para que pueda pasar por la boca del horno.

El horno, un "LECTROMELT", que tiene una capacidad de cinco toneladas, está revestido con refractarios de naturaleza ácida ( $\text{SiO}_2$ ) y se mantiene en continuo funcionamiento, siendo operado por tres hombres, los cuales son cambiados cada ocho horas. Tiene tres electrodos de grafito cada uno de 8 pulgadas de diámetro, los cuales son importados de los EE. UU. y trabajan con una intensidad de corriente hasta de 12.000 amperios. Una vez cargado el horno, los electrodos se bajan manualmente hasta que salta el arco, desde este momento la operación se sigue efectuando en forma completamente automática de acuerdo con la intensidad de corriente del arco, para tratar de mantener una altura constante de éste sobre la carga. Dado caso que uno de los electrodos entre en corto-circuito o que por cualquier motivo se atasque, hay un "relay" de sobrecarga que desconecta el circuito del horno inmediatamente, para evitar daños en el transformador. La temperatura del horno es de 1550 grados centígrados y se demora en estar listo para ser sangrado unas dos horas y media.

Al horno se le agregan, según la composición de la chatarra que se esté fundiendo: bloques de ferromanganeso, para darle la composición deseada de manganeso; ferrosilicio, para desoxidar el hierro; casi al final de la operación se le agrega cal y carbón con el objeto de desoxidar la escoria. El fundido está sometido a un análisis continuo, el cual se hace en una forma muy simple: se suspende momentáneamente el flujo de corriente a los electrodos y con unos cucharones de mango largo se saca un poco de fundido, el cual es vaciado en un molde en forma de varilla, de un calibre determinado, ésta es enfriada y llevada a un "Carboanalyser" en el cual se lee directamente el porcentaje de carbono en el hierro. El aparato funciona basado en el principio de la permeabilidad magnética del acero, la cual es proporcional al porcentaje de carbono.

Una vez que la carga tiene las especificaciones adecuadas, a la parte posterior del horno es arrimado un crisol por medio de una polea mecánica; este crisol tiene una capacidad de 5 toneladas y su interior está revestido de refractarios; se sangra el horno y se va haciendo girar lentamente sobre su eje, por medio de una serie de engranajes, hasta que toda la carga haya caído en el crisol citado. En esta forma la masa fundida se transporta hasta los moldes de vaciado, de los cuales salen lingotes de 90 centímetros de longitud por unos cien centímetros cuadrados de sección, que son almacenados para su elaboración posterior.

b) PROCESO DE LAMINACION: Una de las operaciones más bonitas que se llevan a cabo en la industria del acero, quizás sea la de laminación. Ella consiste simplemente en calentar el lingote de acero hasta una temperatura tal que se vuelva completamente maleable, y en este punto reducir su tamaño y su forma hasta el de una varilla.



---

HORNO DE LAMINACION  
CONTINUO

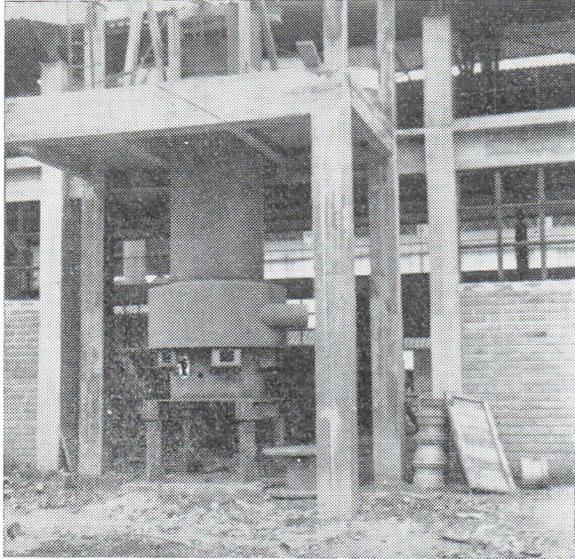
— EN MONTAJE —

---

El calentamiento se lleva a cabo en un horno de sección rectangular que tiene un revestimiento interno de refractarios, usando "fuel oil" como combustible. Este horno puede ser de funcionamiento intermitente, como el que tiene en la actualidad SIDERURGICA; o de funcionamiento continuo. La EMPRESA en su afán de poner la industria siderúrgica en Colombia a la altura de las más modernas técnicas, está terminado el montaje de un horno de laminación continuo, el cual en su totalidad ha sido construido por el departamento de maquinaria que ella posee, en base a planos comprados a una firma mejicana.

Los lingotes obtenidos en la operación anterior constituyen la carga del horno; ellos son llevados a una temperatura de 1100 grados centígrados, punto en el cual el hierro es completamente maleable. En este momento hábiles operarios sacan el lingote con unas tenazas y lo llevan a la máquina laminadora que se encuentra anexa al horno.

La laminadora consta de una serie de pares de cilindros, los cuales giran en sentido contrario y a velocidades iguales. El lingote entra por un lado del primer par y sale con un diámetro menor y una longitud mayor por otro lado; luego es introducido al segundo par y así sucesivamente; en el par final es ajustado el diámetro exacto de las varillas que se vayan a sacar, por medio de un tornillo micrométrico. Las varillas salen de estos últimos cilindros a una temperatura de 800 grados centígrados aproximadamente y pasan a una sección donde se les deja enfriar antes de ser llevadas a la cortadora, la cual las deja de una longitud adecuada. Hoy día SIDERURGICA está produciendo varillas redondas de diámetros que van desde  $\frac{1}{2}$



---

GRAN HORNO DE CUBILOTE  
PARA LA ELABORACION DE  
ACEROS ESPECIALES.

---

hasta  $1\frac{1}{4}$  pulgadas. El proceso de laminación para sacar platinas, hierro cuadrado o rectangular es similar al que acabo de describir.

c) SECCION DE ACCESORIOS. - Este título abarca una serie de operaciones, todas ellas tendientes a la obtención de accesorios, tales como codos, niples, reducciones, universales, etc.; todos ellos galvanizados.

Al entrar en esta sección lo primero que se encuentra es un horno de arco, similar al descrito anteriormente, pero un poco más pequeño —su capacidad es de 2 toneladas—. Sobra una descripción de él ya que esto sería repetir lo antes dicho. Lo único que debemos agregar aquí es que el tipo de hierro obtenido es distinto del primero, y es comúnmente conocido con el nombre de fundición blanca, la cual ofrece características especiales para el vaciado de piezas industriales y accesorios como los mencionados anteriormente. Con el fin de mejorar la calidad de la fundición y también de aumentar la producción, se están montando en esta sección dos hornos de cubilote, los cuales constan de dos partes: una inferior en forma de pera, en la cual se encuentra una serie de toberas que posibilitan la inyección de aire caliente; y la parte superior que es cilíndrica y hueca, sirve como chimenea. Estos hornos son alimentados con coque.

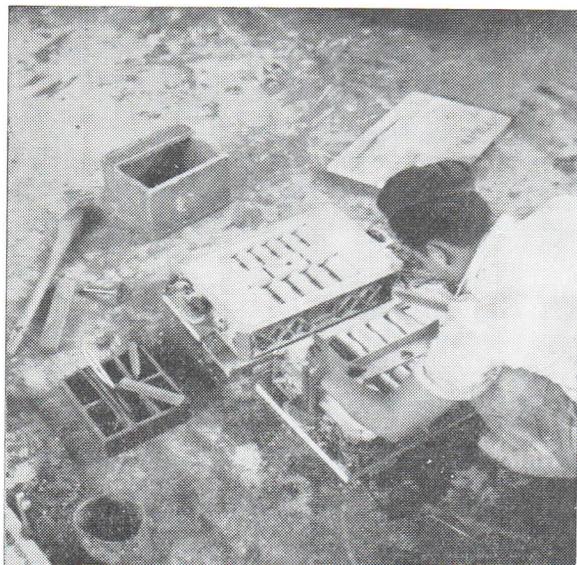
La fundición obtenida en estos hornos es vaciada en los moldes de arena. Se acostumbra hacer este vaciado durante las horas de la noche y al día siguiente los moldes son llevados a un "Shake-out" o zaranda vibratoria que sirve para separar las piezas de la arena de moldeo; éstas luego pasan a la sección de acabado.

Los moldes para el vaciado son hechos de una mezcla de arenas nacionales a las cuales se les agrega un tipo especial de arcilla conocida con el nombre de bentonita, la cual tiene por objeto darle a la mezcla una mayor plasticidad y resistencia, y que desafortunadamente no se han encontrado yacimientos de ella en el país. También se suelen agregar pequeñas cantidades de sustancias orgánicas como harina o un carbón fino, con el fin de proporcionarle respiraderos a la fundición, ya que con el calor la sustancia orgánica se descompone formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el cual al salir abre una serie de poros en el molde.

Una vez lista la mezcla, pasa a un depósito de alimentación desde donde se lleva mecánicamente a una serie de tolvas, que tienen un orificio en su parte inferior, por donde cae la arena a las hormas metálicas. Los moldes están compuestos de dos partes iguales que le dan la forma a la pieza; si se trata de piezas huecas, como por ejemplo un codo, dentro de las dos partes mencionadas va el llamado "machito", el cual es hecho de arena aglomerada con resinas e inyectada a presión en moldes metálicos de la forma deseada; de manera que la fundición entra y llena el espacio que hay entre el machito y el resto del molde.

Después de desbaratar el molde en el "shake-out", la arena se usa para otros moldes, siendo sometida generalmente a un proceso de tamizado antes de pasar de nuevo al tanque de alimentación.

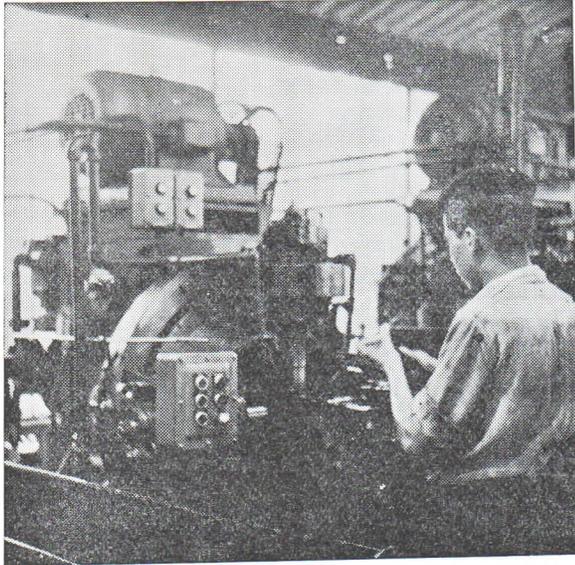
La primera operación de acabado consiste en quitarle a la pieza todos los salientes y puntas que tenga por medio de esmeriles. Después son some-



---

OBRERO ESPECIALIZADO,  
DEDICADO A LA CON-  
FECCION DE UN MOLDE  
PARA ACCESORIOS.

---



---

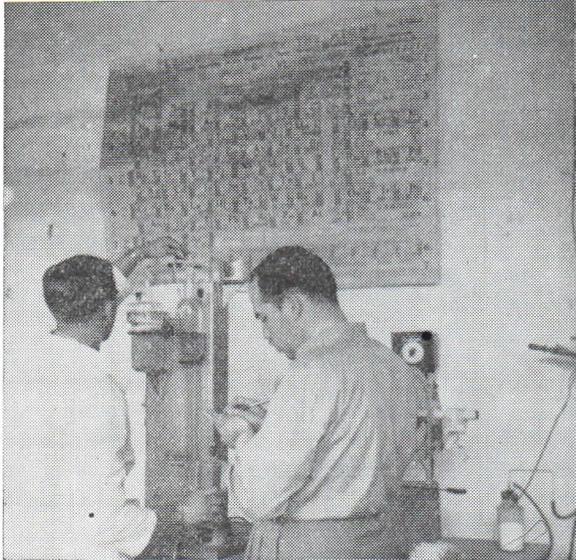
UNA DE LAS CUATRO  
ROSCADORAS POTTSTOWN

---

tidas al proceso llamado de maleabilización, el cual tiene como fin pasar la cementita, encontrada en el hierro blanco, a carbono y ferrita, con lo cual se ha operado un cambio radical en la estructura de la fundición, en beneficio de un material más resistente y perfectamente maquinable. El tratamiento seguido para lograr esto es completamente térmico: se meten las piezas en potes metálicos rodeados en su interior con cuarzo y se llevan a un horno especial, que usa como combustible A.C.P.M., allí se sube rápidamente la temperatura hasta 1750 grados Fahrenheit en veintiuna horas, temperatura que se mantiene constante durante 27 horas; luego se enfría a 1340 grados Fahrenheit abriendo las lumbres del horno y luego se acaba de bajar la temperatura hasta 1240 grados Fahrenheit. El ciclo dura más o menos 6 días. Este tratamiento, como todos los procesos térmicos que se efectúan en la planta, tiene controles y registros automáticos de temperatura, en su mayoría son "Honeywell".

Una vez sacadas las piezas del horno de maleabilización se las somete a una limpieza, que se hace en una máquina "Wheelabrator", en la cual son golpeadas por una fina lluvia de granalla, la máquina se para automáticamente apenas ha terminado la limpieza. De aquí pasan a los tanques de galvanización.

La galvanización es un proceso que tiene por objeto proteger al hierro de la herrumbre, lo cual es logrado por medio de una cobertura con zinc, y para hacerla se pueden seguir dos métodos; uno en frío y otro en caliente,



---

EN EL LABORATORIO SE LLEVAN A CABO ANALISIS DE CONTROL QUE PERMITEN A LA EMPRESA SIDERURGICA GARANTIZAR SU PRODUCCION.

---

este último es el adoptado por la EMPRESA SIDERURGICA, en el cual la pieza es sometida a un decapado o "pickling" con ácido clorhídrico, luego a un lavado con agua y por último es secado antes de darle la cobertura con zinc, la cual se hace sumergiéndola en un baño a 850 grados Fahrenheit en el cual sobrenada una capa de fundente. Se consumen aproximadamente 100 kilos de zinc por tonelada de accesorios galvanizados.

La última etapa a seguir es la del roscado, para lo cual la planta cuenta con cuatro roscadoras Pottstown. Todos estos procesos están continuamente vigilados por ingenieros especializados, garantizando SIDERURGICA en esta forma la alta calidad de sus productos. Debo agregar que en el montaje de la sección de accesorios la fábrica tuvo como consultores a la Gilbert Associates Inc.

d) TALLERES. - Esta sección está destinada a la manufactura de maquinaria industrial, engranajes, trapiches, prensas hidráulicas, serchas y estructuras metálicas en general. Está bajo la dirección de un experto ingeniero mecánico, y cuenta con todo el equipo necesario de trabajo como tornos, barrenadoras, taladradoras, cepillo-fresadoras, sierras etc., todo de moderno diseño.

Finalmente la planta cuenta con un moderno laboratorio donde se están chequeando continuamente las composiciones de los materiales que se sacan al comercio, los cuales están de acuerdo con las especificaciones dadas por la A.S.T.M.

# LA NUEVA INDUSTRIA QUIMICA ALEMANA

Información de la Revista *INGENIERIA QUIMICA*

Por RAFAEL DE FEX

Alemania, país pobre en recursos naturales, ha sabido sortear esa natural escasez por medio de su gran industria química, la que desde mediados del siglo pasado hasta principios de la segunda guerra mundial ocupó posición relievante dentro del consorcio de la industria química del mundo por su técnica y por su poderío económico-político. En la actualidad, levantada sobre las cenizas del nazismo y las ruinas y desmantelamientos de la guerra, desequilibra el comercio mundial de muchos grandes países y amenaza con la recuperación de sus mercados de preguerra.

Se podría resumir la estructura especial de la industria alemana en los siguientes puntos:

1. Gran inversión de capitales.
2. Poca necesidad de mano de obra.
3. Producción sintética avanzada con miras a independizarse de la materia prima.
4. Progreso y desarrollo mediante investigaciones costosas.
5. Numerosos productos.

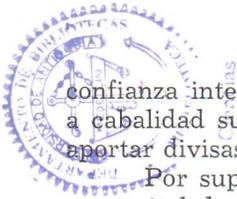
químicos entre los que sobresale como un coloso la célebre y poderosa sociedad I. G. Farben, compuesta por fábricas que como la Bayer, Badische, Agfa, Weiler-ter-Meer, son ampliamente conocidas entre los industriales, médicos, farmaceutas, fotógrafos, tintoreros, estudiantes y hasta simples amas de casa.

La Bayer comenzó a operar en 1850, produciendo colorantes, después se dedicó también a producir drogas y productos fotográficos. En 1865 se fundó la Badische Anilin & Sodafabrik, que se dedicó a la producción de colorantes, ácidos sulfúrico y nítrico y carbonato de sodio. La Agfa (Sociedad Anónima para la Fabricación de Anilinas) lo hizo en 1873. Por último las fábricas químicas de Weiler-ter-Meer en 1877.

En 1904 se unieron las tres primeras, en 1916 se formó un verdadero consorcio al que se unieron, la Berke Hoechst, la Weiler-ter-Meer y la Casella. Así nació la I. G. Farben.

Como consecuencia de la primera guerra mundial muchos países se industrializaron, lo que constituyó un descenso en el mercado internacional alemán. La respuesta alemana fue la fusión de las compañías asociadas a la I. G., formando así el verdadero coloso.

Para este período la industria alemana empezaba a gozar de un gran cartel internacional. Establecimientos industriales en un número de 7.720, con un capital de 3,5 millares de millones de RM (un Dollar equivalía a 4.20 R-Mark) y con un personal ocupado de 270.000 hombres, se repartían esa



confianza internacional y podría decirse que la generalidad de ella cumplía a cabalidad su misión: la de satisfacer las necesidades del pueblo alemán y aportar divisas.

Por supuesto, estaba la I. G. a la cabeza de la industria química con un capital de 500 millones de RM, seguida por unas diez de 100 millones de RM. Por ese entonces la I. G. tenía el timón de la economía, pues además de imponer sus precios y especificaciones a todas las demás industrias químicas, muchas otras de transformación y manufactura dependían de ella en sus materias primas y reactivos.

La exportación en 1938 la constituía, en un 15%, la industria propiamente química, que a la vez sólo importaba el 2,5%. Un 22% del mercado mundial lo suplía Alemania, 40% correspondía a los Estados Unidos y 10% al Reino Unido.

Colorantes, productos químicos básicos, plásticos, farmacéuticos, cosméticos, abonos y productos nitrogenados, seda artificial y celulosa, productos fotográficos, perfumes, explosivos, abonos fosfatados, colas y gelatinas, lacas, pigmentos, pinturas y otros más, constituían la producción fuerte de Alemania, hasta el punto de regir el mercado de algunos de ellos; colorantes y productos nitrogenados, por ejemplo.

El afianzamiento del comercio internacional hizo que algunas empresas extendieran su acción y sus fábricas al extranjero. La I. G. montó fábricas en Suiza, Francia y Bélgica. En 1930 la técnica y la experiencia alemanas atravesaron el Atlántico para organizar en los Estados Unidos lo que hasta 1939 se conoció como I. G. Chemical Corporation. Se trata de la actual General Aniline and Film Corporation, americanizada en 1941, gran abastecedora de productos fotográficos, colorantes y similares en Norteamérica.

Abordemos ahora el punto de la investigación científica. La industria química alemana es fruto de la ciencia pura y del ensayo de laboratorio y está por demás decir que fue el fundamento de su éxito. La influencia decisiva fue la formación intelectual que las Universidades e Institutos alemanes dieron a los estudiosos, que luego de ser bien orientados tomaban parte en las investigaciones y estudios.

En verdad en los años de preguerra —me refiero a la Segunda Guerra Mundial— no se vio en el mundo una relación más estrecha como la que existía entre la ciencia y la industria alemana. Una y otra se ayudaban para su mejor avance.

Pero llegó la guerra. Las ambiciones del Führer, quizás aumentadas por las necesidades de una industria que crecía velozmente, precipitaron a Alemania a la lucha. Lucha ésta en que la industria alemana con su potencial económico y, más importante aún, con su gran potencial científico, contribuyó poderosamente. El gobierno del Reich tenía sobre la industria nacional un control muy superior a los que en otros países se tenían. Facilitado este control por el hecho de estar reunida o agrupada en asociaciones más o menos grandes, que dirigían pocas cabezas, sobre las cuales el gobierno descargaba toda su influencia.

A la hora de la guerra se controló todo el potencial, poniendo en los puestos directivos a personas de confianza del gobierno. Se concentraron entonces algunas fábricas y se prohibió la producción de algunos productos; se intensificó, en cambio, la producción de otros catalogados como "estratégicos" y el consumidor fue racionado. Acido nítrico, explosivos, gases de guerra, metales y, en fin, productos necesarios para la victoria se producían en grandes cantidades. La guerra química y la bacteriológica tuvieron al mundo en suspenso muchas horas. La industria química alemana, forzada en su producción, tuvo sus peores días.

A fines de la guerra, en 1945, no quedaban sino cenizas de las grandes fábricas de las riberas del Rin y de las regiones del Ruhr.

De esta época de las cuatro dees: Destrucción, Desmantelamiento, Desnazificación y Dispersión, a nuestros días, ha ocurrido en Alemania un verdadero milagro producto de la constancia de una raza y del apoyo de los países europeos, así como también de la decidida ayuda de los Estados Unidos de América.

La mayoría de las plantas se han reconstruido —de 1948 a esta parte— y la exportación de productos químicos está reconstruyendo, por su gran aporte de divisas, a toda Alemania. La industria química está más saludable que nunca. Muchas plantas han sido modernizadas con base en los nuevos métodos y equipos usados en los Estados Unidos, pero sin embargo algunas fábricas de colorantes han sido construidas semejantes a la preguerra.

El carbón, debido a su alto costo —cuatro veces mayor que el precio de 1938— está siendo desplazado por el gas natural y el petróleo (aún importado). La industria petroquímica se introduce en el marco de la especialización germana.

La investigación ha tomado otra vez puesto de importancia dentro de la producción y se hacen ya investigaciones costosas, aunque pequeñas comparadas con las de los Estados Unidos. Los tres grandes sucesores de la I. G. —Bayer, Badische y Hoechst— alcanzaron a gastar en 1953 el 5% de sus entradas en investigación.

El problema de las patentes está pendiente con algunos países que no las han devuelto desde que las embargaron al comenzar la guerra. Las marcas de algunos productos están siendo devueltas poco a poco. Las exportaciones en la actualidad —un 6% del mercado mundial— consisten en fertilizantes, plásticos, sales de potasio, colorantes, productos farmacéuticos y otros.

Los mercados, tradicionalmente los de Europa, están siendo ampliados hacia la América Latina, Sur Africa, India y el Lejano Oriente.

En el campo educacional se nota una reposición: la Ingeniería Química, profesión novísima, aclimatada en Norteamérica, ha encontrado en el espíritu alemán una aceptación que pone de relieve la necesidad de Ingenieros Químicos en la industria moderna. Están saliendo de nuevo las publicaciones científicas de antaño, junto con algunas nuevas. Entre 9.000 y 10.000

estudiantes se encuentran dedicados a la Química en sus diversas especializaciones en las Universidades e Institutos de Tecnología, bajo el cuidado de unos 250 profesores. Estas cifras, aunque bajas todavía para una nación del potencial de Alemania, se consideran bastante satisfactorias si se tiene en cuenta que una gran cantidad de técnicos salidos durante la guerra está regresando ahora.

Asociaciones como la "Verband der Chemischen Industrie", que recientemente celebró su 75º aniversario, están de nuevo en actividad. Una de verdadero prestigio, la que se conoce con el nombre de "Dechema" —Deutsche Gesellschaft fuer Chemisches Aparatus— es el centro de información europea sobre aparatos y materiales de Ingeniería Química. Las ferias organizadas por esta asociación (ACHEMA) reúnen a toda la industria del viejo continente.

La nueva I. G. - En el cuadro siguiente detallamos los nombres y las actividades de los cinco sucesores de la I. G., desde que en 1953 fue devuelta por la ocupación aliada.

COMPAÑÍA	LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS PRINCIPALES Alemania Oc.	PRODUCTOS PRINCIPALES	Capital en mill. Doll.	Número de empleados
Farbenfabriken Bayer A. G. "BAYER"	Leverkusen, Elberfeld, Uerdingen, Dormagen	Productos químicos orgánicos e inorgánicos básicos, orgánicos intermedios, colorantes, productos farmacéuticos, para agricultura, fibras sintéticas, químicos fotográficos.	92	40.000
Badische Anilin & Soda Fabrik A. G. BASF o "BADISCHE"	Ludwigshafen	Materias primas para plásticos, productos químicos fertilizantes y para agricultura, materias primas para colorantes, agentes textiles y para curtimbres.	81	28.000
Farbwerke Hoechst A. G. "HOECHST"	Frankfurt-Hoechst, Griesheim, Gersthofen, Offenbach, Bobingen, Marburg.	Productos químicos básicos, colorantes e intermedios, farmacéuticos, fertilizantes, textiles.	68	28.500
Casella Farbwerke Mainkur A. G. "CASELLA"	Frankfurt-Mainkur.	Colorantes, fibras sintéticas, plásticos, farmacéuticos.	8	2.000
Chemische Werke Huels G. m. b. H. "HUELS"	Huels-Marl	Solventes, detergentes, intermedios plásticos, caucho sintético.	21 IG 29 Total	10.000

(Tomado de *Chemical Week* - Enero 15/55)

Otras sociedades de descollante producción, en Alemania Occidental (Bundesrepublik):

EN PETROQUIMICOS:

Roehm & Haas,  
Rheinsche Olefin Werke (Shell y Badische) en Colonia,  
Phenol Chemie en Gludbec,  
Erdoelchemie A. G. en Hamburgo.

PRODUCEN ESPECIALMENTE BENCENO:

BV-Aral A. G., en Gelsenkirchen,  
Scholven-Chemie, en la zona del Ruhr.

SE DEDICAN A LA PRODUCCION DE CAUCHO SINTETICO:

Continental Gummiwerke,  
Phoenix Gummiwerke.

En lo futuro la industria química de Alemania dependerá de su habilidad para diseñar nuevos procesos, bajar los costos de la materia prima, adquirir nuevos capitales y desarrollar grandes especializaciones.



## ESTUDIO ESTADISTICO SOBRE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA EN COLOMBIA

En veintiocho universidades funcionaron en 1954 ciento seis facultades; dependientes setenta del Estado y treinta y seis de entidades particulares. Hubo un aumento respecto al año anterior de siete nuevos establecimientos.

La ubicación por secciones del país fue la siguiente: en Antioquia, 18; en el Atlántico, 4; en Bolívar, 6; en Boyacá, 4; en Caldas, 5; en el Cauca, 3; en Cundinamarca, 55; en Nariño, 1; en Santander, 5, y en el Valle del Cauca, 5.

Clasificadas por especialidades así: Agronomía, 3; Arquitectura, 9; Arte y Decoración, 2; Bacteriología, 2; Ciencias Económicas, 7; Ciencias Químicas, 3; Derecho, 14; Farmacia, 4; Filosofía y Letras, 4; Ingeniería, 22; Medicina, 7; Odontología, 4; Teología, 1; Veterinaria, 2, y varias, 22.

Del total de alumnos matriculados, 11.996, 10.127 fueron hombres y 1.879 mujeres. La Medicina, el Derecho, la Ingeniería y la Arquitectura tuvieron la preferencia de los hombres; las mujeres escogieron Bacteriología, Odontología y las diferentes especialidades de los Colegios Mayores y Normales.

El porcentaje más alto de alumnos matriculados fue el de Medicina con el 27%; el más bajo fue el de Bacteriología, Teología y Arte y Decoración con el 1%. En Agronomía sólo se matricularon el 2%.

Prestaron su servicio docente 2.449 profesores; 1.599 en los establecimientos oficiales y 850 en los privados.



## LA INDUSTRIA COLOMBIANA OCUPA 261.671 PERSONAS

Del informe de la CEPAL tomamos los siguientes datos, que corresponden al promedio del personal ocupado por establecimientos por ramas de industrias:

Industrias:	Personal ocupado
Alimenticias . . . . .	44.893
Bebidas . . . . .	13.575
Tabaco . . . . .	9.123
Calzado y vestuario . . . . .	57.234
Textiles . . . . .	36.594
Madera y corcho . . . . .	7.191
Muebles de madera . . . . .	9.851
Imprentas, litografías . . . . .	8.360
Papel y Pulpa . . . . .	2.053
Industria de cuero . . . . .	6.122
Químicas . . . . .	13.304
Industria de caucho . . . . .	2.731
Derivados de petróleo y carbón . . . . .	1.553
Cemento, cerámica, vidrio y similares . . . . .	22.290
Industrias mecánicas y metalúrgicas . . . . .	22.317
Otras industrias . . . . .	4.480
<b>Total . . . . .</b>	<b>261.671</b>

Ⓜ

“Hay que trabajar por el país y para el país y experimentar complacencia —como yo siempre la he tenido— por su desarrollo económico y por su progreso en general. Especialmente en el ramo de la industria, que es vital para el futuro de la patria, debe procurarse que tenga un ritmo ascendente, sin estorbos de ninguna clase. Sería una gravísima falta el tratar de impedir que este desarrollo continúe, precisamente hoy cuando hay admirables perspectivas para el porvenir industrial de la república.”

“Hay que brindar apoyo pleno a las actividades de los hombres de trabajo, de los que tienen el coraje para lanzar iniciativas y para emprender nuevas producciones, con lo cual prestan su aporte al mejorarse de la patria”.

*Don Jesús Mora (Orden del Mérito Industrial) Sept. 6/55.*

Ⓜ

“Es casi imposible llevar la antorcha de la verdad a través de una multitud sin chamuscar a alguien la barba”.

*Georg Christoph Lichtenberg*

## DEL ESTATUTO NUCLEAR COLOMBIANO

— Decreto extraordinario número 2.638 —

### CAPITULO I

Artículo 1º - Los yacimientos de uranio, torio, radium y demás sustancias naturales cuya desintegración sea fuente de energía atómica, pertenecen a la reserva del Estado, de conformidad con el principio establecido en el artículo 5º de la ley 38 de 1887.

A las sustancias de que trata el artículo anterior no son aplicables las excepciones consagradas en los artículos 3º y 4º de la ley citada.

Artículo 2º - Los yacimientos de que trata el artículo anterior serán explotados directamente por el gobierno o mediante contrato celebrado de acuerdo con las normas del presente decreto.

Artículo 3º - Decláranse de utilidad pública las actividades industriales relacionadas con la exploración, explotación, concentración, refinación y distribución de las sustancias a que se refieren las anteriores disposiciones. En consecuencia, podrán decretarse por el Ministerio de Minas y Petróleos, a petición de parte legítimamente interesada, las expropiaciones necesarias para el ejercicio y desarrollo de tales actividades.

El artículo 10º de este capítulo dispone la creación, por el gobierno, de un establecimiento público descentralizado con patrimonio propio, bajo la denominación de Instituto Colombiano de Asuntos Nucleares, que tendrá a su cargo las funciones que se le señalan en el estatuto y las demás que el ejecutivo le asigne.

Ⓢ

“La física del tiempo de la guerra no tuvo en realidad nada de ciencia. Las cosas verdaderamente científicas fueron las que aprendimos en 1890, en 1905 y en 1920... Agarramos el tronco de ese árbol bien cargado de frutos maduros, lo sacudimos con fuerza y vinieron a nuestras manos el radar y la energía atómica”.

*J. Robert Oppenheimer*

Ⓢ

### DE LA CONFERENCIA ATOMICA DE GINEBRA

“La conferencia que inauguramos hoy podría muy bien señalar el comienzo de una nueva era, en el curso de la cual el hombre, liberado de su descontento y de su miedo, comenzará a experimentar el fruto de una de las más sublimes conquistas del espíritu”.

*Dag Hammarskjöld*