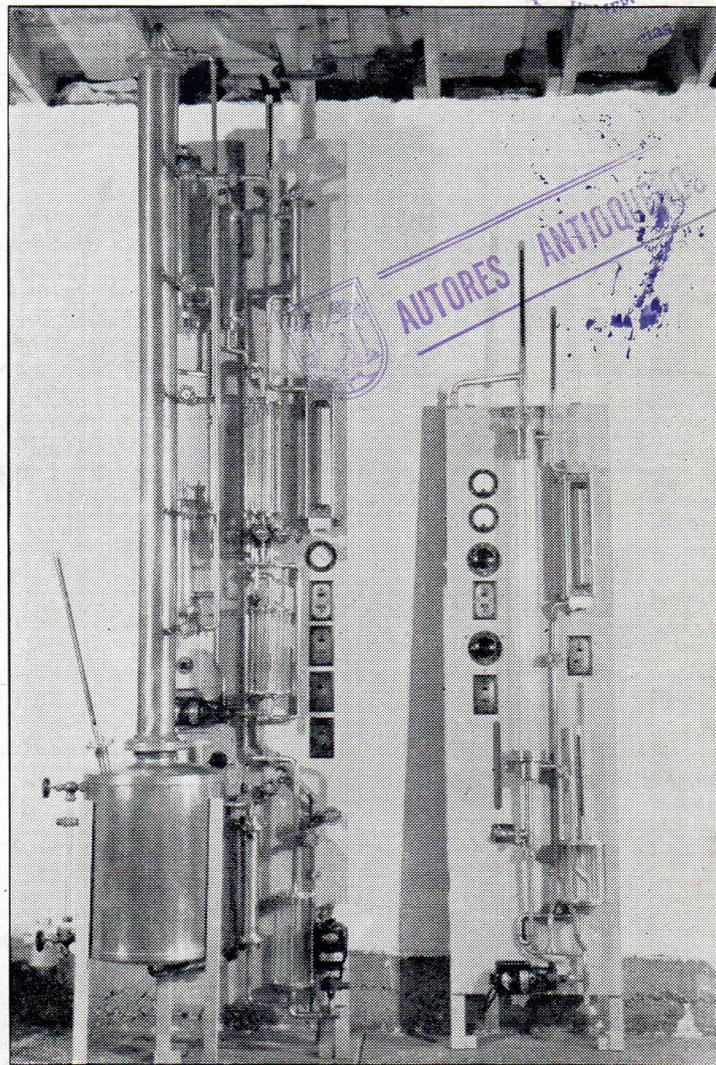


578 1953 A-5-37

Ingeniería Química

Revista Técnica e Industrial



Sala de AUTORES ANTIOQUEÑOS Biblioteca General U. de A.

Volumen 5

Número 8

Septiembre de 1953

Medellin - Colombia

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA, U. de A.

Laboratorio de Operaciones Unitarias

Torre de destilación rellena

Unidad para catálisis gaseosa.



SUMARIO:

Nota Editorial	195
Industria Siderúrgica	197
Economía	197
Industria de Aluminio	208
Temas profesionales	211
Universitarias	214
Bibliografía	224

Industrial Química Nacional
INQUINAL LIMITADA, CALI

- * Jabones textiles.
- * Aceites sulfonados.
- * Auxiliares para tintorería y acabado.
- * Pinturas para cuero y sus auxiliares.
- * Aceites compuestos para cuero.
- * Acabados para suela.
- * Líquido para frenos.
- * Inmunizante para madera.

ANILINAS y
 PRODUCTOS QUIMICOS
 como representantes de

Farbwerke Hoechst
 vorm. Meister Lucius & Bruening
 y Casella Farbwerke Mainkur
 de Frankfurt/Main — Alemania

OFICINAS: CALI
 CARRERA 2, CALLE 36 — TELEFONO 38-59 — APARTADO AEREO 225

INGENIERIA QUIMICA

Organo del Centro de Estudiantes al servicio de la Escuela
de Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia.

Dirección:
WILLIAM R. FADUL

Representantes en Bogotá:
SOCNAREL

Distribución:
GERMAN CARO S.

Apartado:
Universidad de Antioquia.
Tel. 177-10

Av. Jiménez N° 5-30 - Oficina 609
Tel. 28-047

Publicidad:
HUGO GUERRERO L.

AÑO VI — Medellín, Septiembre de 1953 — VOLUMEN V — NUMERO 8

Tarifa postal reducida. — Licencia N° 1718 del Ministerio de Correos y Telégrafos.

Impreso en la EDITORIAL BEDOUT. — Medellín.

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

NOTA EDITORIAL

Sala de
AUTORES ANTIOQUEÑOS
Biblioteca General
U. de A.

LA AMERICA LATINA Y EL INTERROGANTE DE LA PROXIMA CRISIS

El mundo de las investigaciones económicas está hoy día acosado constantemente por un interrogante que agita los medios del capital, tanto en el Comercio y la Industria como en los magnates financieros. Se trata de saber cuál será la fecha de la nueva crisis económica que habrá de conmover hondamente las bases de nuestra actual organización social. Para tratar de hacer un ligero análisis del problema debemos anteponer la necesidad de dividir el mundo en dos mitades: El Hemisferio Occidental y el Hemisferio Oriental.

Bien sabemos de la influencia inmediata del comunismo en el sector oriental al igual que no ignoramos la presión del capital americano, llamado por algunos "Imperialismo Gringo", en el occidental. No conociendo la realidad de la situación económica de Rusia y los países enmarcados en su órbita política, sería prematuro y sin fundamento el pretender predecir un futuro sin asentar la lógica de nuestros conceptos en la realidad que allí se vive. Por estas razones y otras más que no entramos a enumerar, basaremos nuestro comentario en el estudio del Hemisferio Occidental y como un aparte de éste, en la América Latina.

El vaticinio hecho por muchos economistas de que la próxima crisis será Industrial y no Financiera como la del treinta, queriendo con esto significar que surgirá del campo de las Industrias afectadas por los altos costos de producción y debido a causas o factores como son algunos de éstos:

- a) Imposibilidad de reducir salarios debido a la organización sindical.
- b) Devaluación de la moneda.
- c) Incremento de Impuestos y Presupuestos Estatales.

- d) Planificación con fines sociales.
- e) Restricción del crédito Bancario Interno,

nos lleva necesariamente a admitir que todos estos factores se hallan como guardianes fieles y poderosos de la economía en los países de América Latina; y Colombia es entre ellos uno de los más significativos por estar en el verdadero desenvolvimiento de su Industria.

Sería interesante en el desarrollo de esta tesis comentar la situación de cada país Latino-Americano ante esos determinantes de la nueva crisis a que nos veremos abordados. Pero nos limitaremos —por cuestión de espacio y por lo que el hacerlo extensivo a cada uno de éstos significaría un trabajo fuera del alcance de nuestra información bibliográfica actual— a la sola situación colombiana.

El primer fundamento de esta tesis: Organización Sindical. —No es ajeno a ningún colombiano las determinaciones que debieron tomar algunos gobiernos anteriores ante la situación del obrero nuestro o para ser más concretos, ante los braceros del río Magdalena cuando vino la reforma de nuestra legislación social y el asunto de las prestaciones sociales degeneró en un delicado problema de orden público.

El segundo factor: Devaluación de la Moneda. —Colombia ha devaluado su moneda en los últimos 15 años en la siguiente forma: Del 1.75 al 1.95 y últimamente viaja hacia el 2.51, con respecto al dólar americano y en relación oro.

Un tercer hecho: Incrementos de Impuestos. —Ningún gobierno ha sido reacio en el aumento de los impuestos al capital privado. Ahora somos testigos de una reforma, que llámese como se llame, es una doble tributación del capital privado.

Planificación con fines sociales. —Otra de las bases de esta tesis que se ve satisfecha en la argumentación tan efectiva y constante que esgrimieron los periodistas y los elementos del gobierno en contra de los informes técnicos expuestos por la Misión Currie sobre nuestra Industria Siderúrgica: "Paz de Río será la redención de Boyacá", fue la respuesta a todo aquel pliego de objeciones científicas y técnicamente bien fundamentadas que entregara la Misión.

Por último nos queda la restricción del crédito Bancario Interno. —Excepto del Banco Popular, entidad que aún está en iniciación y que se creó con el fin primordial de ser un prestamista para la Industria, es muy fácil notar la tendencia de los Bancos particulares a reducir sus préstamos.

Así vemos cómo hechos tan relievantes encajan a nuestro país dentro de las normas que regirán la futura crisis. Y como Colombia están todos los países de Latino-América, afectados por estos factores en mayor o menor grado.

Es decir, que si la teoría antes comentada va encauzada por un camino de certidumbre y si nos acogemos a las predicciones del U. S. News of World Report que dicen: "Fecha en que se presentará el cambio: Fines de 1953 posiblemente. Tal vez en los tres últimos meses del año", estamos próximos a mirar la danza macabra del desempleo en Latino-América y en los otros países de nuestro Hemisferio, si es que el oriental se salva de la fuerza arrolladora de una crisis de este lado de la cortina de hierro.

EL HORNO ELECTRICO DE REDUCCION - POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE SU EMPLEO EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

Por ALFONSO BALLON

Sub-Gerente, Corporación Peruana del Santa,
encargado de la División Siderúrgica. Perú

Trabajo presentado para su discusión en la Junta de expertos en siderurgia de la América Latina, reunida en Bogotá el 13 de Octubre del pasado año de 1952.

A. Introducción

La producción clásica del arrabio — hierro básico — por medio del alto horno, se realiza dentro de parámetros muy inflexibles, especialmente en lo que concierne al combustible-reductor: el coque.

La producción del coque, a su vez, requiere proporciones sumamente definidas de materias volátiles en los carbones que lo originan. Por tanto, no son muchos los países que poseyendo apropiados yacimientos de mineral de hierro, cuentan con carbones coquizables en minas de ubicación coordinable para el establecimiento de una industria siderúrgica. Este factor — el combustible y reductor — es uno de los primeros que inclinan a la variante del horno eléctrico de cuba baja en lugar del alto horno. Pero no el único. También deben existir, por un lado, la abundancia de energía eléctrica de bajo costo y, por otro, una capacidad de producción relativamente limitada, que no hagan anti-económica esta operación, técnicamente tan factible.

El horno eléctrico de reducción es una unidad metalúrgica flexible para producir arrabio de varias calidades, particularmente en lo que al contenido de silicio se refiere. Su funcionamiento en la industria siderúrgica actualmente se extiende, entre otros países, a Noruega, Suecia, Finlandia, Suiza, Italia y Japón. Su verdadero desarrollo se ha practicado en Escandinavia, donde existen instalaciones que son ejemplos de la realidad de su funcionamiento económico y eficiente. El presente escrito tiene por objeto presentar descripciones y hechos sumariados que sirvan como una divulgación de las aplicaciones posibles del horno eléctrico de cuba baja para la reducción de minerales de hierro, con énfasis a las condiciones existentes en América Latina.

B. Historia del horno eléctrico

Brevemente, se puede referir que desde fines del siglo pasado, las iniciativas para reducir mineral de hierro en hornos eléctricos comenzaron a tomar forma concreta cuando en Italia el diseño de Stassano, que calcaba el perfil de un alto horno, introdujo en lugar de toberas, electrodos prácticamente horizontales. Más tarde, en Suecia, Lindbland, Stalhane y Gronwall, especialmente el último, ampliaron considerablemente el crisol de un alto horno e incluyeron los electrodos con tendencia vertical a través de una bóveda anular. Si bien el horno funcionaba mejor que aquel de diseño Stassano, tendía a bloquearse en la zona de menor sección, justo antes de descenso al crisol. La siguiente etapa fué la eliminación del angostamiento del vientre (bosh), de modo que las paredes del alto horno eléctrico quedaron verticales. Su funcionamiento resultó satisfactorio, siendo esta unidad conocida como horno Electrometall.

Desde 1907 se construyeron cerca de 25 unidades eléctricas, tipo alto horno, pero su aceptación fué limitada por dificultades de funcionamiento, más tarde eliminadas por el diseño de cuba baja cuyo desarrollo pertenece a Noruega. Primeramente, se experimentó la reducción en hornos abiertos — como los de carburo de calcio — pasándose inmediatamente al diseño cubierto. La experiencia condujo al mejoramiento en la disposición de los electrodos, detalles del diseño de la solera y adopción de los electrodos tipo Sodeberg, hoy piedra angular de los hornos eléctricos.

Sin embargo, sólo las experiencias de Tysland en 1925 y los mejoramientos agregados por Hole en 1928, que dan origen al nombre Tysland-Hole, son los que hoy permiten señalar el

funcionamiento del horno eléctrico de reducción, como el de una unidad metalúrgicamente operable.

En Noruega la firma Elektrokemisk A. S.; en Alemania Siemens-Halske A. G.; en Suiza la Brown-Boveri; y en los Estados Unidos la Pittsburgh Lectromelt Furnaca Corp., tienen diseños para la construcción de modernos hornos eléctricos de reducción.

C. Descripción general del horno Tysland-Hole

Esta unidad consiste de una cuba cilíndrica, comparable con la sección inferior de un alto horno, cuyo revestimiento está constituido por una coraza de planchas de acero. Este cuerpo básico se encuentra cubierto por una bóveda de refractarios apoyada sobre vigas, especialmente refrigerados por agua circulante, y provista de aberturas para los tres electrodos, dispuestos triangularmente, así como para las entradas de carga, distribuidas simétricamente próximas a las paredes del horno.

Los electrodos son los llamados de auto-cocción, tipo patentado por Sodeberg, encontrándose suspendidos verticalmente y accionados por un mecanismo eléctrico de izaje. El horno se opera generalmente por corriente alterna trifásica. La energía alimentada se reduce de tensión para obtener el voltaje de operación mediante transformadores situados próximos al horno. De éstos, la corriente es conducida a los electrodos por barras-ómnibus de cobre o aluminio conectadas a cables flexibles que, a su vez, dan paso a la energía hacia los tubos-ómnibus refrigerados por circulación de agua, los que se hallan ajustados al electrodo mediante un anillo de presión. Los conductores de corriente están previstos para reducir las pérdidas por inducción a un mínimo. El movimiento de cada electrodo se controla mediante un regulador automático y la información esencial para la operación del horno se observa en el tablero de instrumentos respectivos.

La carga de horno se realiza por gravedad desde las tolvas superiores de alimentación, a través de los conductos que descargan al horno por las aberturas ya indicadas anteriormente. Las materias primas se depositan en las tolvas superiores por medio de un elevador, similar al empleado comunmente en el alto horno, el que recibe su carga desde un carro-balanza que se alimenta de las tolvas principales de almacenamiento.

Cada cuatro horas, aproximadamente, se realiza la colada del horno. Generalmente, el hierro y la escoria se cuelean indistintamente por la misma salida. En algunos diseños hay sendas bocas de colada para ambos productos.

Los hornos comprenden dos unidades generales para el lavado de los gases, cada una de las cuales tiene capacidad para operar por sí sola, cuando la otra se halla en limpieza o reparación.

Se puede apreciar objetivamente algunos de los elementos anteriormente descritos, en el croquis que se adjunta y que ha sido amablemente facilitado por Elektrokemisk A. S.

D. Cálculo teórico del consumo de energía eléctrica en el horno de reducción

Supongamos disponibles las siguientes materias primas que el autor considera típicas en las condiciones de América Latina:

	Mineral de Hierro	Mineral de manganeso
Fe	60,00%	12,00%
SiO ₂	5,00%	8,00%
Al ₂ O ₃	2,50%	3,00%
Mn	0,50%	42,00%
CaO+MgO	0,70%	1,00%
P	0,35%	0,01%
S	0,30%	0,10%
H ₂ O	0,01%	0,80%

Caliza

CO ₃ Ca	91,00%
CO ₃ Mg	5,00%
SiO ₂	1,00%
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	1,00%
H ₂ O	2,00%

Antracita o coque

C	81,00%
Volátiles	3,00%
Cenizas	10,00%
S	0,80%
H ₂ O	5,20%

Para calcular primero los pesos del mineral, de hierro (x) y de manganeso (y) se admite que:

- El 50% del Mn contenido en los minerales pasa a la fundición.
- Se trata de producir arrabio de 94% Fe y 0,10% Mn.

(c) La pérdida por el tragante llega a 6% lo que requiere alimentar 1.000 kgs. de Fe por tonelada de arrabio producido.

(d) La pérdida de Fe en la escoria se compensa con el que aportan las cenizas de la antracita.

Las ecuaciones son:

$$0,60 + 0,12 = 1.000 \text{ (Kgs. de Fe).}$$

$$0,005 + 0,42y = \frac{2 \times 10}{0,94} = 21,3 \text{ (Kgs. de Mn)}$$

de donde:

$$x = 1.660 \text{ Kgs. (98\%)} \quad y = 31 \text{ Kgs. (2\%)}$$

Por la pérdida de 6% anotada en (c) tenemos:

$$(x+y) 0,94 = 1.590 \text{ kgs. de mezcla que contienen:}$$

Fe	940,00 kgs.
SiO ₂	80,38 kgs.
Al ₂ O ₃	39,85 kgs.
Mn	20,40 kgs.
CaO+MgO	11,19 kgs.
P	5,46 kgs.
S	4,71 kgs.

Asumiendo que P de las cenizas representa valor prescindible, tomemos como ejemplo la producción de hierro bajo en silicio de:

$$\begin{aligned} C &= 3,8\%; & Si &= 0,5\%; \\ Mn &= 1,2\%; & P &= 0,546\%; \\ & & y \ S &= 0,02\%. \end{aligned}$$

La escoria producida por los minerales será:

$$SiO_2 = 80,38 - 5 \times \frac{60}{28} = 69,67 \text{ kgs.}$$

$$\begin{aligned} Al_2O_3 &= 39,85 \text{ kgs.} \\ CaO + MgO &= 11,19 \text{ kgs.} \end{aligned}$$

$$Mn = 50\% \text{ de } 20,40 \times \frac{71}{55} = 13,15 \text{ kgs.}$$

$$S \text{ (admitiendo desulfuración total)} = 4,71 \text{ kgs.}$$

$$\text{TOTAL: } \underline{\underline{138,57 \text{ kgs.}}}$$

Tomando un índice de 1,2 para la relación $\frac{CaO+MgO}{SiO_2}$

$$\frac{0,96k+11,9}{0,017k+69,67} = 1,2$$

y llamando K la cantidad del Cal (CaO) necesaria para escorificar la ganga de los minerales tendremos, dentro de los porcentajes contenidos en la caliza tipo señalada anteriormente, la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{de donde } k &= 77 \text{ kgs.; de modo que la cantidad total de escoria por minerales es:} \\ 139 + 77 &= 216 \text{ kgs.} \end{aligned}$$

Asumiendo el total de Fe contenido como Fe₂O₃ y admitiendo que 1/6 del C requerido para la reducción realiza un efecto doble (según Profesor Durrer), se tiene las siguientes cantidades de carbono calculadas para los diferentes elementos:

Fe = 940	$\times \frac{6}{7} \times \frac{36}{112}$	= 260,00 kgs.
Si = 5	$\times \frac{24}{28}$	= 4,30 kgs.
Mn = 12	$\times \frac{12}{55}$	= 2,62 kgs.
P = 5,46	$\times \frac{60}{62}$	= 5,29 kgs.
S = 4,71	$\times \frac{12}{32}$	= 1,76 kgs.

$$\text{SUMA: } \underline{\underline{273,97 \text{ kgs. de C}}}$$

Debe agregarse el C correspondiente a la carburación del arrabio prevista y restarse el aporte de los electrodos:

$$274 + 38 - 10 = 302 \text{ kgs. de C que equivale a:}$$

$$\frac{302}{0,81} = 373 \text{ kgs. de antracita}$$

La escoria producida por las cenizas de la antracita será:

$373 \times 0,1 = 37,3$ kgs., peso de las cenizas,
 + 18,7 kgs. peso de la cal necesaria = 56,0
 kgs. de escoria.

Luego, la cal para desulfurar debe comprender los 4,71 kgs. de S contenidos en los minerales y 2,981 del mismo elemento que están presentes en la antracita. Por lo tanto, la desulfuración necesita:

$$7.694 \times \frac{56}{32} = 13,45 \text{ kgs. CaO (14 kgs. de Cal)}$$

produciendo una escoria adicional de:

$$7.694 + (14 - 13,45) + 13,45 \times \frac{40}{36} = 23,19$$

kgs.

Consecuentemente, el *lecho de fusión* quedaría compuesto por:

Mineral de hierro 1.660 kgs.
 Mineral de manganeso 31 kgs.

Cal (CaO) : $77 + 19 + 14$... 110 kgs.
 Antracita 373 kgs.

Escoria producida:

$$216 + 56 + 23 \dots\dots\dots 295 \text{ kgs.}$$

Conocido el lecho de fusión, se puede iniciar el análisis de los elementos del balance térmico. Primeramente, tenemos que calcular el volumen y asumir la composición de los gases típicos producidos.

La antracita contiene:

$$373 \times 0,81 = 302 \text{ kgs. de C}$$

Agregando a este peso de carbono los 10 kgs. que aportan los electrodos y restando los 38 kgs. para la carburación del arrabio, se tiene como C aprovechable: 274 kgs. de C.

Como se ha calculado más arriba que el C requerido para la reducción del Fe_2O_3 es de 260 kgs. y desde que se admite que 1/6 de este peso de C reacciona doblemente, produciendo CO_2 ; el volumen de los gases resulta:

$$274 - \frac{260}{6} = 231 \text{ kgs de C}$$

que producen:

$$231 \times \frac{22,4}{12} = 431 \text{ m}^3 \text{ de CO}$$

$$\frac{260}{6} \times \frac{22,4}{12} = 81 \text{ m}^3 \text{ de } CO_2$$

Como la antracita contiene 3% de volátiles, según la composición supuesta, podemos asumir que aporta los siguientes volúmenes de gases:

H_2	=	23 m ³
N_2	=	8 m ³
C_mH_n	=	4 m ³
		35 m ³

El volumen total de los gases será de 547 m³ con los porcentajes de contenido que sigue:

CO	=	79 %
CO_2	=	15 %
H_2	=	4 %
N_2	=	1,5%
C_mH_n	=	0,5%

Considerando poderes caloríficos de:

CO	=	3.000 calorías/m ³
H_2	=	2.500 calorías/m ³
C_mH_n	=	8.500 calorías/m ³

se obtiene para el volumen total de gases, por tonelada de hierro producido:

$$547(0,79 \times 3.000 + 0,04 \times 2.500 + 0,005 \times 8.500) = 1.372.000 \text{ calorías}$$

Para determinar el calor sensible de los gases a su salida del horno, en el tragante, estimemos una temperatura de 400° con 0,33 Cal./m³, por grado centígrado. Tenemos:

$$547 \times 400 \times 0,33 = 72.000 \text{ calorías}$$

El calor consumido en las diferentes reducciones está dado por:

940 kgs. de Fe	=	$940 \times 1.740 = 1.635.600$
12 kgs. de Mn	=	$12 \times 1.654 = 20.000$
5 kgs. de Si	=	$5 \times 7.000 = 35.000$
5,46 kgs. de P	=	$5,46 \times 5.887 = 32.200$

TOTAL CALOR REDUCCIONES: 1.722.800 Cal.

El calor consumido en la disulfuración del total de S contenido en los minerales y en la antracita (7.691 Kgs.) está dado por:

$$\frac{7.691}{32} \times 61.000 = 14.650 \text{ Calorías.}$$

La desecación de la humedad contenida en los minerales y la antracita comprende:

Minerales 0,414 kgs.
 Antracita 19.396 kgs.

TOTAL: 19.810 kgs.
 H₂O

Para vaporizar y sobrecalentar un kilogramo de H₂O a 400° C se precisa:

$$637 + 0,48 \times 300 = 781 \text{ Cal.}$$

Luego la humedad de la carga absorbe:

$$781 \times 19,81 = 15.470 \text{ Calorías}$$

Resumiendo:

	Calorías
<i>Calor consumido en reducción y desulfuración:</i>	1.737.450
<i>Calor sensible de los gases:</i>	72.000
<i>Deseccación de la carga:</i>	15.470
<i>Fusión fundición (300×1.000 kgs.):</i>	300.000
<i>Fusión escoria (500×295 kgs.):</i>	147.500
<i>15% de Pérdidas por radiación y refrigeración:</i>	340.864
TOTAL CALORIAS:	2.613.284

De la cantidad total de calorías requeridas se debe descontar los aportes por el calor que la formación de CO y CO₂ significan en el balance térmico.

431 m³ de CO desarrollan:

$$\frac{431}{22,4} \times 29.000 = 558.000 \text{ Calorías}$$

81 m³ de CO₂ desarrollan:

$$\frac{81}{22,4} \times 97.000 = 350.000 \text{ Calorías}$$

TOTAL CALOR DE FORMACION : 350.000 Calorías

La diferencia, que debe ser aportada por la energía eléctrica es:

$$2.613.283 - 908.000 = 1.705.283 \text{ calorías que equivalen a:}$$

$$\frac{1.705.283}{860} = 2.000 \text{ KWH.}$$

E. Consideraciones sobre consumo de energía en la operación práctica

El cálculo que antecede tiene un valor teórico, por tanto, limitado. Sin embargo, acredita las cifras principales que entran metalúrgicamente en acción dentro del proceso químico de la reducción en un horno eléctrico.

El consumo de energía obedece primordialmente a la compensación del balance térmico que se ha analizado más arriba, pero, en la práctica, depende además de otros factores. La resistividad de la carga es un elemento difícil de predeterminar física o eléctricamente. Cuando se alimenta el horno con materiales perfectamente clasificados, en límites de tamaño no muy amplios, se preserva la excesiva segregación que ocasiona mayor consumo de energía. Esto significa detrimento para la marcha del horno, en caso de producirse, desde que la unidad Tysland-Hole justamente permite el empleo de materiales más finos en tamaño que el alto horno convencional.

Como es notorio, la resistividad de la carga no sólo está dada por la relación de tamaños de cada material y la de los materiales entre sí, sino que cada material tiene su propia característica cristalográfica que origina variaciones en su conductividad.

Además, de las consideraciones propiamente físico-eléctricas, ocurren las de orden físico-químico, especialmente en lo concerniente a la reactividad del agente reductor, que requiere mayor o menor consumo de energía según la facilidad de ceder su carbono para las reacciones de la reducción. Así la antracita, mayormente, no presenta la reactividad del coque o del carbón vegetal. Experimentalmente se observa como las mezclas de antracita con coque menudo, aumentan el consumo de energía conforme la mayor proporción de antracita. Esta relación, en algunos casos de antracita poco reactiva, es tan directa que los consumos pueden preverse interpoladamente.

Dentro de las condiciones usuales, el consumo de energía por tonelada de hierro producido varía entre 2.600 y 2.400 KWH, llegándose frecuentemente a sólo 2.200 KWH cuando la operación se practica dentro de absoluta normalidad, aun por períodos extensos. Sin embargo, es recomendable tomar para cálculos del costo de producción la cifra de 2.700 KWH/ton., sobre todo cuando se ha de emplear antracita poco reactiva y se requiere operar con abundan-

te escoria. Las cifras de consumo indicadas se refieren a la producción de hierro hasta de 1% de silicio. Para la producción de hierro de fundición, debe agregarse 100 KWH por cada 1% de silicio en exceso.

F. Consideraciones económicas y de aplicación

Cuando se supone una operación con un empleo de 2.700 KWH por 1.000 Kgs. de arrabio, se debe comparar el costo de dicho consumo en el horno eléctrico con el del coque que se utiliza en el alto horno para la misma función. Anteriormente se calculó un requerimiento de 373 kgs. de antracita — o también de coque — para la reducción de una carga que produce una tonelada de arrabio. En cifras generales se puede afirmar, en consecuencia, que la relación entre el alto horno y la unidad eléctrica es de 1 a 0,4 en el consumo de coque. Así, los 2.700 KWH deben compararse económicamente con el valor de 600 Kgs. de coque, lo que equivale a decir:

$$1 \text{ Kg. de coque} = 4,5 \text{ KWH.}$$

Sin embargo, esta relación debe ser una referencia cuya aplicación ha de considerar que:

- a) El coque fino o antracita empleada con éxito en el horno eléctrico son de menor precio que el producido para el alto horno, y, en general, existe una gran flexibilidad en cuanto a características físicas de los agentes reductores.
- b) Las necesidades de fundentes son menores en el horno eléctrico, lo que origina menores impurezas contenidas en la carga y permite producir hierro de mejor calidad, factores éstos económicamente considerables.
- c) La temperatura elevada dentro de la zona de fusión, permite al horno eléctrico actuar con escorias más básicas y realizar un excelente desulfuración.

El horno eléctrico, cuya capacidad podemos estimar como típica de las mayores plantas en actual operación, produce hasta 100 toneladas en 24 horas. Estas unidades son 13.200 KWA y funcionan con un factor de potencia de 0,85, lo que equivale a aproximadamente 11.400 KW. Sin embargo, en Noruega se está procediendo a la instalación de la primera fase de una planta siderúrgica con capacidad para 500.000 tons./año, en la cual se emplearán hornos eléctricos de 20.000 KW. Estos hornos, equipados con

electrodos de 1.500 mm. de diámetro (en lugar de 900 mm. que tienen los de los hornos de 13.200 KWA) producirán 200 tons. diarias, en la planta de Mo i Rana cuya operación está programada para fines de 1953.

Es evidente que la utilización de los hornos eléctricos de reducción se puede llevar adelante con éxito económico, cuando la capacidad de producción es limitada y se hallan presentes factores cuyo balance permite decidir la producción de hierro que de otro modo sería metalúrgica o económicamente poco factible.

Resumiendo, se puede anotar:

1. Es factor primordial contar con la disponibilidad de abundante energía de bajo costo, obtenible como sobrante de centrales hidroeléctricas o cuando éstas pueden vender energía a firme por no tener clientes industriales de mayor remuneración. El precio límite de la energía que puede pagar una instalación de hornos eléctricos depende de sus otros factores económicos de operación, pero normalmente no debe ser mayor de US \$ 0,005/KWH.

2. Debe existir un nivel de jornales industriales y sueldos de escala moderada, por cuanto las instalaciones de hornos eléctricos caben como solución siderúrgica sólo dentro de capacidades reducidas.

3. Aún existiendo los factores anotados, la solución eléctrica debe estar básicamente relacionada con un problema de carbón. Esto es, cuando el carbón disponible no es coquizable, o cuando siéndolo parcialmente no rinde un buen coque metalúrgico. Es entonces cuando la unidad eléctrica constituye el horno factible de producir hierro. El carbón es, así, un factor originario.

4. Cabe la solución eléctrica, cuando contando con energía de bajo costo, se pretende una instalación limitada y de poca inversión, para producir hierro de características especiales fluctuantes.

En un sentido general en la metalurgia del hierro y del acero, se debe tratar de emplear racionalmente las materias primas disponibles, teniendo en consideración las reservas presentes y futuras. De ahí la importancia para algunas regiones siderúrgicas de la América Latina de utilizar hornos eléctricos en sus instalaciones, factor que permite usar carbones que de otro modo tienen valor metalúrgico limitado.

elementales de matemáticas son de una tremenda utilidad. En la escuela en particular las materias se estudian siguiendo un orden lógico en el cual las primeras son básicas para abordar las posteriores, de modo que el estudiante tiene que aprobar curso por curso para llenar el pénsum. La Geometría y el álgebra se estudian desde el primer semestre junto con la trigonometría; las tres proporcionan la base necesaria para la geometría analítica, que es a su vez la base del cálculo. Con el Cálculo aprobado el estudiante hace ecuaciones diferenciales, mecánica analítica, Físico Química y Termodinámica. El cálculo y la mecánica analítica tienen que estar aprobadas para matricularse en el curso de resistencia de materiales, sin el cual no se puede hacer el diseño de equipo, función primordial del ingeniero químico. Todas las otras materias que se cursan en la escuela tienen algo que ver con matemáticas en sus formas complicadas o elementales, de modo que el pénsum suministra al estudiante una serie de capacidades que a la larga deciden el éxito de sus estudios.

Como complemento del estudio teórico se efectúan prácticas de laboratorio de física y físico-química. Los laboratorios están muy bien dotados y tienen equipo suficiente para ilustrar

y comprobar la teoría dictada en clase y llevar a cabo investigaciones en pequeña escala sobre mecánica, calor, electricidad y magnetismo, óptica y varios temas físico-químicos. Fuera del equipo propiamente dicho tienen instalación de electricidad a 110 y 220 volts., agua fría y en un futuro cercano caliente, gas combustible, aire comprimido y vapor de agua a varias presiones, proveniente de las dos calderas que tiene la escuela en la actualidad.

La biblioteca tiene una buena cantidad de libros sobre cuestiones matemáticas y año por año se hace a los Estados Unidos un pedido de libros aparecidos recientemente que complementan admirablemente la labor didáctica de los profesores. En igual forma una magnífica, completa y bien seleccionada colección de Revistas técnicas.

Para terminar esta breve nota informativa diré que el pénsum de matemáticas cursado en la escuela da a la profesión un sello característico que la diferencia en muchos aspectos de la Química pura, y da al estudiante egresado de nuestras aulas una mayor cantidad de oportunidades para servir al país desde su puesto de pionero industrial.

Departamento de Química Mineral y analítica

Dr. J. Aycardo Orozco

Jefe del Departamento.

Este Departamento comprende las secciones de Química General, Inorgánica Descriptiva, Analíticas Cualitativa y Cuantitativa y Análisis Industriales.

El estudio de las asignaturas de este departamento se inicia con el de la composición fundamental de la materia, el de los fenómenos nucleares, extranucleares, atómicos y moleculares y, al avanzar, se consideran las propiedades que caracterizan a los estados gaseoso, líquido y sólido sus modalidades, funciones que cumplen en los procesos industriales y las aplicaciones no sólo en las faenas de la producción sino también en la investigación.

Posteriormente se hace un reconocimiento descriptivo de todos los elementos que componen la naturaleza inorgánica o mineral, la forma de obtenerlos y, con especial cuidado, los diversos métodos de preparación o separación industrial, así como sus utilidades y el pa-

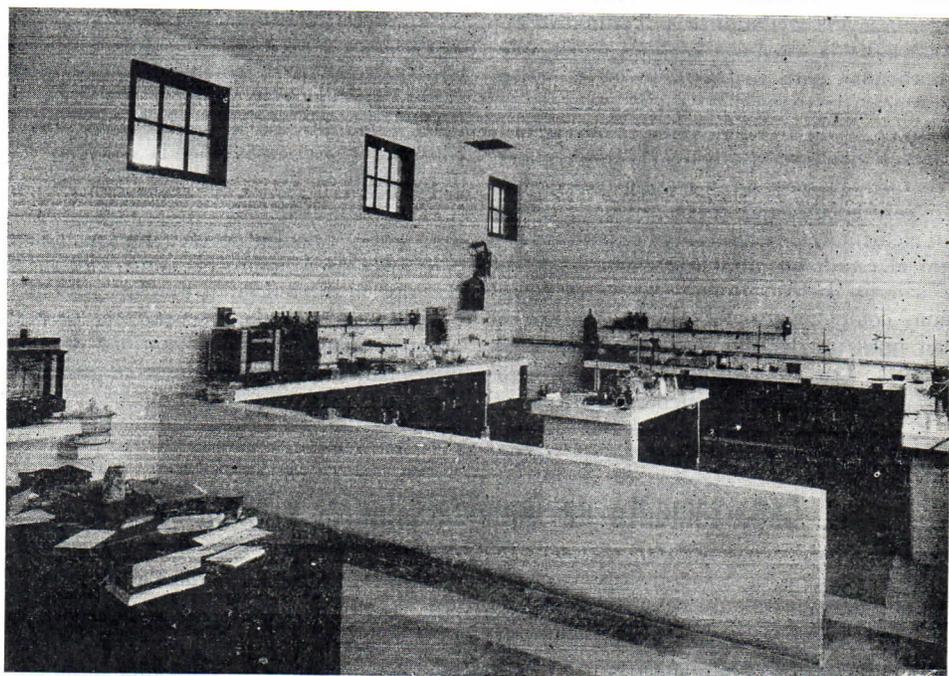
pel que juegan en la economía mundial. Conjuntamente se estudian, en forma avanzada, sus combinaciones, aleaciones y derivados, con un complemento estadístico de su producción y consumo en los principales países.

Mas adelante, el estudiante, se adentra en el conocimiento del análisis químico, principiando sus conocimientos por las leyes que lo regulan y explican sus más importantes aplicaciones. La Química Analítica Cualitativa lo capacita para emprender el reconocimiento de la composición de los compuestos inorgánicos y muchos orgánicos de constante utilización y luego, la Analítica Cuantitativa lo prepara para la determinación de los constituyentes que entran en la composición de esos mismos cuerpos, así como para el reconocimiento de la pureza de los materiales que le han de ser útiles en el desarrollo de sus funciones profesionales. Por otra parte, adquiere los conocimientos ne-

cesarios a cualquier investigación de carácter analítico que se le ocurra emprender, para beneficio propio o de la colectividad.

Para finalizar los estudios de esta importante rama de su carrera, debe practicar una apreciable serie de análisis sobre tópicos directamente industriales, como son el de materias primas, combustibles gaseosos, líquidos y sólidos, aguas, soluciones de trabajo, control de productos elaborados y determinación de la bon-

En armonía con la importancia que esta serie de conocimientos tiene para el Ingeniero Químico, la Universidad y sus directivas no han ahorrado dinero ni esfuerzo para dotar a esta institución de laboratorios y equipos que le den la oportunidad al estudiante de practicar, individualmente, todos los conocimientos que adquiere en la teoría y de estudiar a fondo todos los problemas que se le ocurran. Bien puede decirse con claro orgullo, que aquí se dis-



LABORATORIO PARTICULAR DE QUIMICA ANALITICA

Profesor: J. Aycardo Orozco

Este laboratorio —Oficina del profesor de la materia— está debidamente acondicionado para que él adelante las investigaciones conducentes a un mejor desarrollo de los respectivos programas. Además, el profesor resuelve en él los problemas analíticos que se le presentan a las diferentes Industrias, sirviendo así de vínculo entre la Escuela y quienes se encuentran laborando directamente en el campo industrial.

dad del producto por los resultados analíticos, eficiencia de las diferentes operaciones de producción, etc., etc. Deberá darse cuenta de los métodos de que se vale la técnica moderna para mejorar la calidad y cantidad de los productos elaborados, formándose a la vez un concepto claro sobre la definitiva influencia que el análisis químico tiene en sus operaciones profesionales.

pone del material necesario para solucionar cualquier problema analítico que se presente, pues aparte de los laboratorios para la aplicación directa de los métodos puramente químicos, se dispone de un completo equipo para la prosecución analítica por métodos físicos- físico-químicos o gasométricos. Sobra advertir, que todo este material está al alcance de los estudiantes y que siempre cuentan con la constante ayuda de profesores especializados.

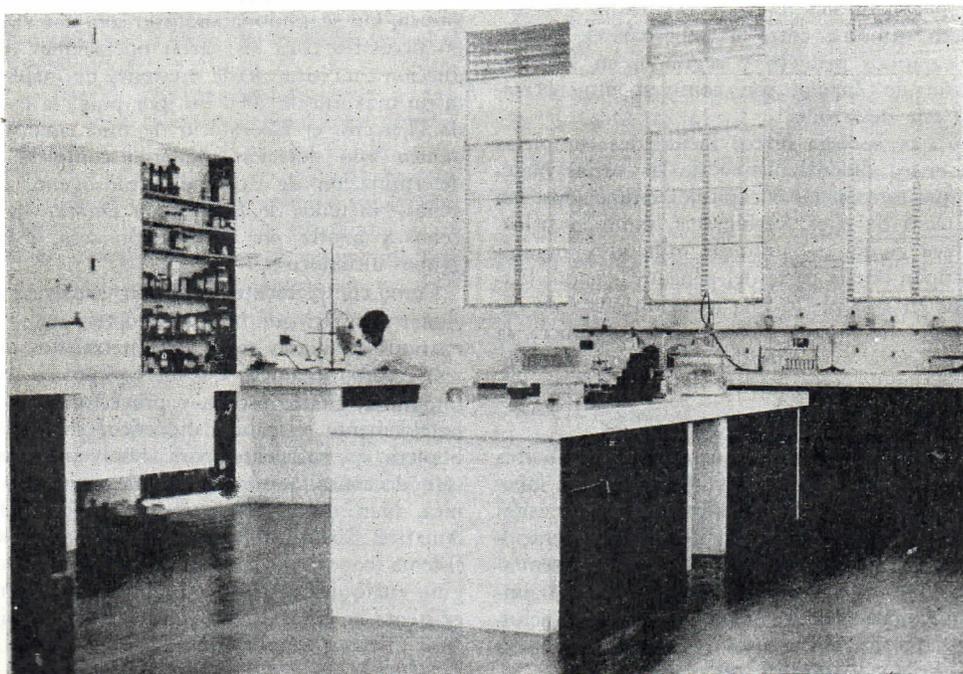
Departamento de Química Orgánica

Ph. D. Luis Pérez Medina

Jefe del Departamento.

El Ingeniero Químico Angel Zapata, en un brillante artículo publicado en esta misma Revista en la presente edición, divide en 3 capítulos mayores las varias disciplinas que, fundamentalmente, integran el estudio racional de la Ingeniería Química, así: primero, el conocimiento de las leyes que gobiernan el movimiento de materias primas, en sus posibles estados de sólidas, líquidas o gaseosas; segundo el dominio de las relaciones entre la energía —calórica, eléctrica, mecánica, química y de superficie— sobre la materia en cualquier momento de su transformación, y tercero, las leyes químicas y fisicoquímicas que son la razón misma del proceso.

Ahora, desde un punto de vista genético, el aspecto meramente químico, ocupa el primer puesto. Tan evidente es esto que la ingeniería química, cuya significación e importancia aparecen tan claras en el artículo de Zapata, es un desarrollo reciente, alcanzado a través de varias etapas que pudieran compendiarse así: el hombre primitivo practica ciertas transformaciones de la materia, de manera empírica, aguijado por la necesidad o por el vicio; o bien observa, con indiferencia unas veces, o lleno otras de una fanática admiración de idólatra, cómo la naturaleza pone en marcha sus fuerzas gigantes y cumple sus procesos de transformación. Más adelante el hombre va bus-



LABORATORIO PARTICULAR DE ORGANICA

Profesor: Luis Pérez Medina.

Servicios completos para operaciones de Investigación. De este laboratorio dependen dos más cuyas fotografías no se incluyen: uno para análisis orgánico elemental y otro para reducción catalítica a presiones hasta de 2,000 psi, ambos con dotaciones completas

cando la explicación a estos varios fenómenos y encuentra que, después de todo, la vida es una manifestación de desequilibrio en donde la reacción química ordena y gobierna. Sigue entonces un estudio frenético por conocer los detalles del proceso, dijéramos que por entender las leyes físicas y químicas que producen la reacción. De donde estas ciencias se dan a crecer en proporción geométrica, en forma que el observador contemporáneo se pregunta con pasmo a dónde vamos. No sea que, en un límite relativamente cercano, la curva que en un sistema sencillo de coordenadas registra el crecimiento de las ciencias físicas en función del tiempo (absisa) caiga verticalmente sobre este eje, o se haga paralela al mismo. Lo que, en cualquiera de los casos, significaría una catástrofe cósmica.

Pues bien, conocida abundantemente la reacción química, se trata ahora de practicarla y surge primero el químico industrial, como un individuo de transición. Ya va desapareciendo éste, por naturales leyes de evolución, y el ingeniero químico entra a gobernar el campo. Los capítulos primero y segundo, en la clasificación de Zapata, son complemento necesario a este desarrollo.

Nuestra Escuela ofrece facilidades completas para el estudio exhaustivo de las varias materias que forman los 3 capítulos enunciados. En el tercero de ellos, verbigracia, tanto la fisicoquímica como las químicas mineral y orgánica ocupan buena parte del pénsum general. Hagamos en este punto una mención corta de cómo están dispuestos los cursos de orgánica, ya que en otros capítulos de esta misma publicación se habla extensamente de las restantes materias del currículum.

La química orgánica general se dicta en tres semestres, con ocho horas semanales de laboratorio durante el último año. A esta discusión general y a este conocimiento de las operaciones prácticas fundamentales, sigue un semestre durante el cual se ven varios de los más importantes procesos orgánicos industriales, incluidos la fabricación y usos de resinas sintéticas

y elastómeros. En cuanto a laboratorios hay uno con capacidad de 80 estudiantes, de diseño moderno, con todos los servicios usuales: agua, vapor, gas, corriente de 110 y 220 V, aire comprimido, trompas de agua, caperuzas de tiro forzado, destilador de agua. Este laboratorio es suficiente para los fines didácticos propios a una Escuela de Ingeniería Química, toda vez que las operaciones mayores, relacionados con procesos orgánicos de tipo industrial, tales como destilación de alcoholes, extracción de aceites, concentración, purificación y secado de productos orgánicos, se efectúan en el laboratorio de operaciones unitarias, cuyo detalle puede verse en otro sitio.

Pese, sin embargo, al hecho de que el laboratorio de estudiantes satisface a cabalidad los fines esenciales de la Escuela, tenemos otros laboratorios de orgánica en servicio, que cumplen el propósito muy importante de la investigación en este ramo. Uno de ellos, el laboratorio de profesores, tiene toda la dotación usualmente requerida para trabajos delicados de síntesis orgánica. Un segundo laboratorio contiene el equipo necesario para las varias operaciones de reducción catalítica, desde presiones normales hasta un máximo de 2000 lbs. por pulgada cuadrada. Tercero, el laboratorio de microanálisis orgánico, con dotación moderna completa para determinación de carbono e hidrógeno, nitrógeno —métodos de *Kseldahl* y *Dumas*—, halógenos y azufre por combustión seca, metales, grupos alcoxílicos.

Como complemento a estos servicios vale mencionar además: que la sala de óptica incluye los aparatos auxiliares corrientes en trabajos de investigación orgánica; que el equipo de microfotografía, cuarto oscuro y proyectores facilitan notablemente el trabajo didáctico; y que la biblioteca es suficiente para resolver cualquier caso de consulta sobre temas de química orgánica, bien sea directamente o a través de la America Chemical Society, de quienes, por el sistema conocido de cupones, podemos conseguir cualquier artículo o publicación científica existente en los Estados Unidos, bien en bibliotecas oficiales o universitarias.

INGENIERIA QUIMICA

Revista Técnica e Industrial

esta edición va dedicada a la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia con motivo del décimo aniversario de esta Institución.

Departamento de Física y Físico-Química

Ingeniero Químico Angel Zapata C.

Jefe del Departamento.

Con el propósito de dar a los alumnos una formación científica lo más completa posible, de manera que en los niveles más altos de la profesión de Ingeniero Químico no se tengan vacíos ni lagunas en los principios básicos de la ciencia, nuestra Escuela ha adoptado y organizado un departamento de Física general y Físicoquímica, cuyo objeto es entregar al estudiante las leyes fundamentales de estas ciencias, enseñarle sus aplicaciones y alcances, así como familiarizarlo con esa forma típica del análisis matemático aplicado a la discusión de los fenómenos naturales.

Se comienza en el primer año con un curso revisorio de los conceptos físicos adquiridos por el alumno en sus años de bachillerato, ordenándole sus ideas dispersas, dándole una noción exacta del campo de la Física y, sobre todo, enseñándole a razonar con los elementos matemáticos: el Algebra, la Geometría y Trigonometría en el mundo de la Física. Se pretende con este curso preliminar no una exposición exhaustiva sino dejar presente en la mente del estudiante la idea de que la Física será su mejor ayudante en los planteamientos y resoluciones posteriores. Es un principio que descubre perspectivas más que profundas.

Concluido el curso revisorio se comienza el curso de Física General que dura tres semestres y abarca los aspectos más importantes de esta ciencia. Aquí, con la ayuda de las matemáticas Generales y el Cálculo Infinitesimal, se discuten y analizan desde los métodos de medidas de las magnitudes fundamentales (masa, espacio, tiempo) hasta la teoría de los instrumentos ópticos. Abarca, en general, este curso los siguientes aspectos:

- a) Medidas de las magnitudes fundamentales y su crítica con base en teoría de errores.
- b) Nociones sobre vectores y su aplicación en cinemática.
- c) Cinemática. Es decir, el movimiento de un sistema con relación al tiempo, independiente de la causa que lo produce. Comprende movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado; armónico simple y amortiguado; curvilíneo: circular uniforme y de espiral logarítmica. Se discuten también algunos casos de movimientos compuesto.

d) Fuerza como causa del movimiento. Campos de fuerza y nociones sobre Potencial.

e) Estática del punto. Comprende el análisis de las condiciones en que un punto con libertad de moverse en todas direcciones se halla en equilibrio bajo la acción simultánea de n fuerzas. Se discute también la estática del cuerpo rígido.

f) Nociones sobre trabajos virtuales. Máquinas simples. Teorema de las Fuerzas vivas, potencia, trabajo y otras nociones fundamentales.

g) Dinámica de las oscilaciones. Péndulos.

h) Dinámica del cuerpo rígido; momentos de inercia.

i) Líquidos en reposo y en movimiento. Discusión del teorema de Bernuli, etc.

Y se concluye el primer semestre con Mecánica de los gases ideales.

Durante el segundo semestre de Física General se da un curso intenso sobre calor.

Siendo el calor uno de los pilares, digamos así, de la profesión de Ingeniero Químico, en este primer contacto se busca dejar lo más claramente expuesta las bases para futuros cursos de Aerodinámica y Transmisión de Calor.

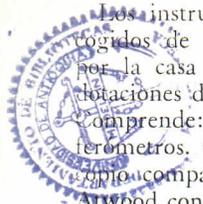
Se completa este semestre con nociones de Electricidad hasta Electromagnetismo.

En el semestre final se exponen las leyes fundamentales de Electromagnetismo, su aplicación en instrumentos eléctricos de medida y nociones sobre maquinaria eléctrica. Además se expone óptica geométrica, instrumentos ópticos y teorías y aplicaciones de la luz polarizada.

LABORATORIO

Posee la Escuela un lujoso laboratorio para Física General cuya dotación moderna y flexible permite no solamente efectuar la comprobación de las leyes fundamentales sino también abrir perspectiva de investigación. Está dividido el laboratorio en 4 secciones.

- a) Aparatos para comprobación de las leyes de la Mecánica.



Los instrumentos de esta sección fueron escogidos de acuerdo con las selecciones hechas por la casa Cenco y según las más modernas dotaciones de las universidades norteamericanas. Comprende: Reglas de medir. Calibradores. Esferómetros. Calibradores micrométricos. Microscopio comparador. Catetómetro etc. Máquina Atwood con registro eléctrico. Aparato para medir aceleraciones bajo influencia de fuerzas constantes. Aparato eléctrico para caída libre. Plano inclinado. Mesa de fuerza. Aparatos para momentos. Balanzas para torque. Aparato para fuerza centrípeta, etc. Péndulo de coincidencia, reversible, bifilar, compuesto y balístico. Resortes para movimiento armónico. Aparatos para momentos de inercia. Balanza para comparación de masas. Aparato para estudio de energía de rotación con traslación, etc. Aparato para estudio de impacto, para choques elásticos e inelásticos, para módulo de elasticidad, de Young, etc.

b) Sección de aparatos eléctricos. Comprende: Electroscopio de láminas. Magnetómetro. Aparato para estudio de campo eléctrico. Potenciómetros. Puente de Wheastone de diferentes tipos. Calorímetros eléctricos para ley de Joule. Columbímetros. Bobinas secundarias y primarias; Inductor terrestre. Anillos de acero para determinación de curvas de histéresis. Solenoide para estudio de histéresis. Galvanómetros de distintos tipos. Dínamo. Oscilógrafo, etc. Además posee esta sección un gran número de instrumentos auxiliares para efectuar aquellas experiencias complejas que requieren contadores de impulso, amperímetros, voltímetros, bacterías, reóstatos, etc., etc.

c) Aparatos para estudio del calor. Comprende: Aparatos para estudio de las leyes de los gases. Calorímetros. Aparato para equivalente mecánico del calor. Aparato para medida de la presión de vapor de diferentes líquidos. Higrometros. Aparato para medida de conductibilidad térmica, etc.

d) Salón de Óptica. Es ésta una de las secciones mejor dotadas de la Escuela. Por tratarse de aparatos de alta precisión, y que requieren cuarto oscuro y ambiente especial, la Escuela acondicionó un moderno cuarto oscuro para la normal operación de Espectrómetros, espectrógrafos, espectroanalizador, etc. Posee además Pirómetro óptico, Microscopios, cámaras fotográficas, cámara de proyección, etc. Lámparas especiales: de Mercurio, de Vapores de Sodio, de luz ultravioleta, de luz infrarroja, etc. Fotómetros, refractómetros. Lentes, espejos, retículas, etc., etc. Además para análisis especiales

posee esta sección Colorímetros, polarímetros, etc.

Tiene el laboratorio de física general capacidad para 20 alumnos y permite trabajos individuales y de conjunto.

II

El estudio de la Físicoquímica puede decirse que se inicia en nuestra escuela con el curso preliminar de Química General. Con esta materia se hace una revisión de las leyes básicas sobre las que descansa el edificio de la Química, con sus alcances teóricos y posibilidades prácticas.

Durante dos semestres, en el tercer año, y cuando ya el alumno ha adquirido suficiente formación en Física, Química y Matemáticas, inicia el estudio de la Físicoquímica General.

A nadie se le escapa la importancia que para un Ingeniero Químico tiene el estudio de la Físicoquímica. El propósito de la Físicoquímica es ante todo hallar los datos requeridos para definir las propiedades de los gases, de los líquidos y los sólidos; de las soluciones, dispersiones coloidales y especialmente formular leyes que expliquen, sea desde el punto de vista científico o termodinámico la interacción de los materiales y sus comportamientos ante los cambios de energía. Es igualmente importante la Físicoquímica para el Químico que para el Ingeniero Químico pues mientras el primero realiza sus reacciones y operaciones en pequeña escala, en escala de laboratorio, el Ingeniero Químico las efectúa en equipo industrial, pero debe conocer a fondo las bases teóricas sobre que se fundamenta cada operación.

Se inicia el curso de Físicoquímica con un estudio a fondo de la materia en sus tres estados de agregación: Gaseoso, líquido y sólido. Para comprender mejor ciertas leyes se adelanta una introducción a la Termodinámica, lo cual permite comparar el análisis cinético con el termodinámico. Se prosigue con el estudio de las soluciones y sistemas dispersos para concluir con algunos capítulos especiales sobre Termodinámica, Energía libre y la 3ª ley de la Termodinámica.

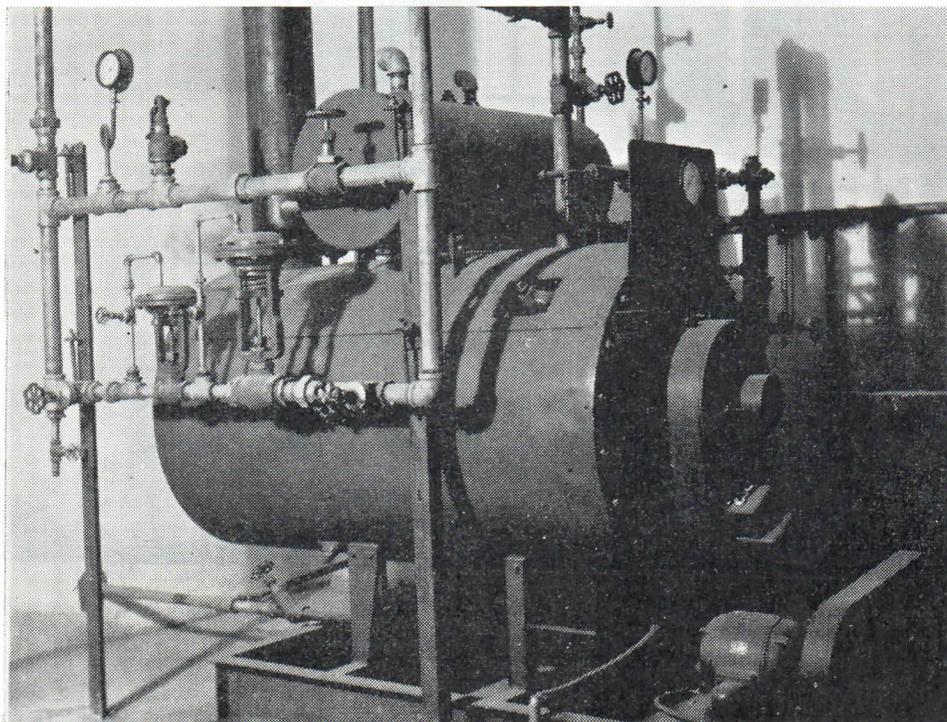
Durante el segundo semestre se discute Equilibrio químico en sistemas homogéneos y heterogéneos. Reglas de las fases. Electroquímica y Cinética química. Se concluye con una discusión sobre estructura de la materia a la luz de las teorías modernas.

LABORATORIO

Siguiendo las instrucciones del departamento de Físicoquímica del Instituto Politécnico de Brooklyn, nuestra Escuela dotó un laboratorio de Físicoquímica adecuado a las necesidades técnicas del país que están en una escala de información más bien que de investigación. Dicho laboratorio comprende: Aparatos para medir tensiones de vapor, tensión superficial, viscosidad etc. Espectómetro, refractómetro y calorímetro. Aparatos para Criscopía, ebullición y determinación de pesos moleculares. Aparatos para destilación al vapor y destilación frac-

cionada. Calorímetros para calores de disolución, neutralización etc. Aparato para electroforesis, electrodiálisis y presión osmótica. Aparato para estudio de sedimentación de partículas. Aparato para conductancia de soluciones. Potenciómetro para medida de potencial de distintos electrodos. Celdas electrolíticas y varios aparatos auxiliares para efectuar prácticas complejas, tales como termóstatos, termómetros diferenciales, accesorios eléctricos, etc.

Tiene este laboratorio capacidad para 20 alumnos en prácticas individuales y de conjunto.



LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

Caldera.

Esta caldera Powermaster de 15 H. P., de manejo automático o manual, suministra vapor hasta de 110- psi, para todos los aparatos del laboratorio en donde éste se requiere. Actualmente trabaja acoplada en serie o en paralelo con una nueva unidad en instalación, con capacidad para suministrar 40 H. P.

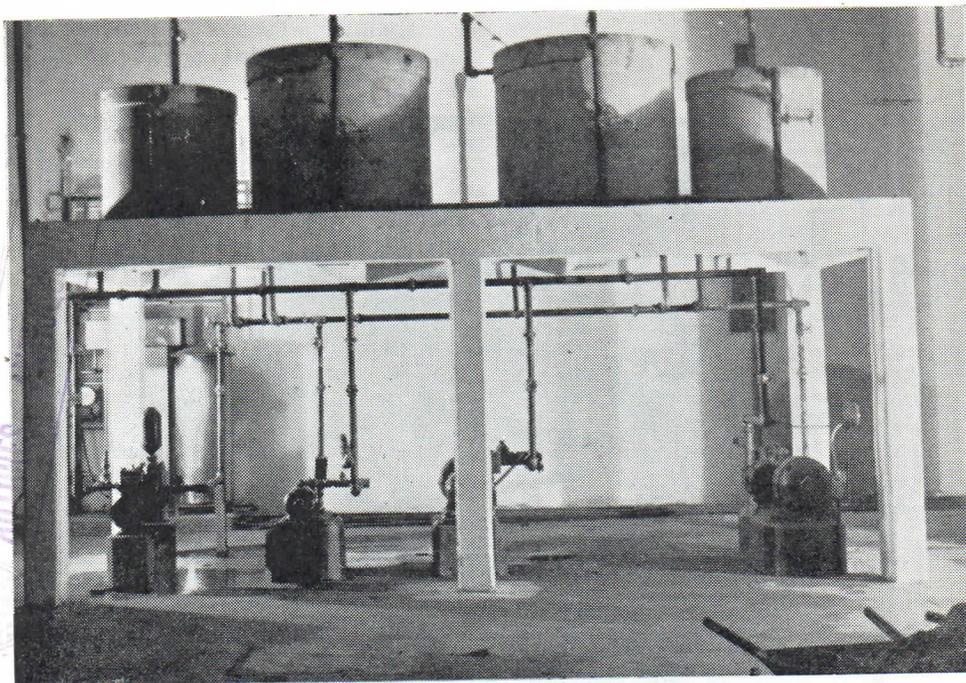
Departamento de Ingeniería Química

Ingeniero Químico Hernán Gómez

Jefe del Departamento.

La base fundamental de la profesión de un Ingeniero Químico está en sus conocimientos en este especializado campo de la Ingeniería moderna. Y este se adquiere al cursar las materias básicas y aquellas que las complementan. Entre estas últimas está la termodinámica que

(llamadas en nuestra Escuela Ingeniería Química I, II, III y IV) que estudian detenidamente aquellas operaciones que le son comunes a la mayoría de las industrias que esencialmente no varían en sus fundamentos. El estudio de movimiento de líquidos y gases, transmisión de ca-



LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

Sección de Bombas

Equipada con tres bombas centrífugas de cabezas hidráulicas y capacidades diferentes y una bomba recíproca operada por vapor, conectadas a 4 tanques que sirven como fuente de succión o de descargue arbitrariamente. En los experimentos se determinan las curvas características de cada bomba. Para complementar el estudio de flujo de fluidos, se tienen unidades por separado para determinar rata de flujo y caídas de presión al través de tuberías y de los distintos tipos de uniones.

trata de las transformaciones de la energía y de la tendencia a que se presenten cambios energéticos. Aunque es la esencia de la física térmica, su estudio se hace con un carácter aplicado al campo de la ingeniería. En cuanto a las materias básicas tenemos las Operaciones Unitarias

lor, destilación, secado y absorción, son algunas de esas operaciones que son analizadas con todo detalle.

Hay otro tipo de materias que están relacionadas directamente con las anteriores y son las tecnologías orgánica e inorgánica en las cuales

se describe y planifica en operaciones y procesos unitarios los más importantes procesos industriales.

Sin embargo los cursos antes enumerados no son suficientes para formar el núcleo de conocimientos del futuro técnico. Vienen entonces los Cálculos de Ingeniería Química y allí el estudiante aprende a hacer los balances de materia y energía que le dirán cuales serán las cantidades y temperaturas de los materiales en un proceso y en un momento dado. Está el Beneficio de Materiales con su estudio sobre el tratamiento puramente mecánico de sólidos y suspensiones, como la manera de concentrar minerales.

Finalmente y para darle una aplicación industrial está el Diseño de equipo y Planta por medio del cual se puede seleccionar las unidades en una operación industrial y el modo como se debe planificar el proceso de una manera satisfactoria, no solo técnicamente sino lo que es más importante, si es económicamente factible.

Como complementos a los amplios conocimientos así adquiridos están la Metalurgia y la Electroquímica. Con la primera se hace un estudio sobre los metales y sus usos; con la segunda se analizan las aplicaciones de la electricidad a la industria y comprende capítulos tan importantes como baterías, galvanoplastia, refinación de metales, electrotérmia y electrólisis.

Quedan así descritos los principales aspectos de las materias que hacen relación a la Ingeniería Química. Empero por tratarse de una ciencia tan esencialmente práctica, el aprendizaje debe complementarse con un concienzudo curso de laboratorio al través del cual puedan llevarse a cabo muchas de esas Operaciones Unitarias que parecen ser la médula de la carrera.

Para este fin práctico la Escuela cuenta con uno de los más bien dotados laboratorios que puedan existir al sur del Rio Grande y además no tiene nada que envidiarle a los de las mejores Universidades Norteamericanas. Consta este salón de máquinas de 22 unidades, dos calderas de vapor con una capacidad total de 55

caballos. La mayoría de los aparatos fueron especialmente diseñados para el laboratorio por un famoso diseñador americano y hay algunos de ellos que son únicos en su clase. En estas unidades puede hacerse un mínimo de treinta experiencias sobre todas y cada una de las operaciones Unitarias e incluye campos nuevos Industriales como es el caso de los lechos de fluidización usados en la transformación catalítica de gases y líquidos. Aquí el estudiante puede repetir experimentos que fueron las bases del desarrollo de ecuaciones en transmisión de calor y flujo de líquidos.

Para completar este laboratorio la Universidad instalará una planta piloto de electroquímica en este salón. En ella se podrán efectuar los procesos de galvanizado y electrodeposición en una escala semi industrial. Además tendrá el laboratorio un pequeño taller que permita la reparación de las máquinas y la fabricación de cualquier unidad bien sea para el laboratorio mismo o para fines de tesis de grado. Con este fin hay dos laboratorios pequeños que esperan inventiva y entusiasmo de los futuros Ingenieros Químicos colombianos.

No estaría completa esta reseña si no mencionáramos el laboratorio de Electroquímica que actualmente se monta y que estará dotado de unidades de tipo semi-industrial. Tendrá sus poderosos rectificadores de selenio, horno eléctrico, celda de mercurio para cloro y celda de hipoclorito entre sus varias unidades.

Al completar la instalación de los laboratorios mencionados, la Escuela tendrá la mejor dotación deseable en nuestro medio, con una gran capacidad de personal y con posibilidades excelentes de investigación y estudio.

Demos gracias a las directivas de la Universidad y admiremos el entusiasmo del Decano de la Escuela y el Síndico de la Universidad que han sabido corresponder junto con aquella, a la tradición gloriosa del Alma Mater para crear una obra que es orgullo de la Universidad, de sus estudiantes y del pueblo Antioqueño.





EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La Universidad, por conducto de sus talleres editoriales, adelanta una labor de difusión cultural significada en ediciones periódicas de obras de alto valor en diversas materias. Dichas publicaciones se venden tanto al público en general como a las entidades culturales, y, también, algunos ejemplares se destinan al canje.

En estas obras se recogen estudios realizados por profesores de la Universidad y por quienes ya directamente se hallan vinculados a este Instituto. Podemos registrar como algo de la mayor significación en la labor de extensión cultural de estos claustros, que algunas de estas obras han alcanzado notables éxitos en el país y en varias otras naciones, desde donde se han solicitado ejemplares.

A continuación se ofrece un detalle de las publicaciones disponibles para la venta, con la indicación del precio correspondiente.

"Estética y Literatura Española" (Eusebio Robledo y Gabriel Latorre)	\$ 2.00	"Yatrén vanoterapia" (Samuel Arango) \$	1.00
"Curso de Derecho Romano" — Tomo II (Alfredo Cock A.)	\$ 3.00	"Apuntes sobre la Historia de la Transfusión de sangre en Colombia" (José J. Escobar A.)	\$ 1.00
"Higiene" (Texto provisional para llenar el programa requerido en esta asignatura. Por Elkin Rodríguez) \$	1.00	"Valor actual del Forceps" (Benicio Gaviria)	\$ 1.00
"Tratado de Derecho Internacional Privado" (Alfredo Cock A.)	\$ 3.00	"Estudio de las Esplenomegalias" (Francisco Henao Martínez)	\$ 1.00
"Libertad Humana y estados morbosos del espíritu"—Tomos I y II (Pedro Rafael Gómez)	\$ 5.00	"Romanticismo colombiano y alemán" (Benigno Mantilla Pineda y Abel García Valencia)	\$ 1.00
"Lecciones de Botánica"—Tomos I y II (Emilio Robledo)	\$ 10.00	"Algunas observaciones sobre inhibición de la secreción láctea por las hormonas testicular y folicular" (Alberto Montoya V.)	\$ 1.00
"La Cooperación" (A. Fabras Rivas) \$	2.50	"Bello gramático" (Alfonso Mora Naranjo)	\$ 1.00
"Reflexiones dedicadas a la juventud Ibero-americana" (A. Fabras Rivas) \$	1.00	"Dulcinea o el amor de Don Quijote" (Julián Motta Salas)	\$ 1.00
"Cervantes en Antioquia" (Recopilación de estudios)	\$ 3.00	"Velocidad circulatoria y estados normal y patológico" (José A. Name) \$	1.00
"El Pueblo Antioqueño" (Recopilación de estudios)	\$ 6.00	"Tratado de farmacia y materia médica" (Arturo Orozco) Tomos I y II \$	10.00
"Vísperas del llanto" (Edgar Poe Restrepo)	\$ 6.00	"Contribución al estudio del tratamiento médico de la úlcera del estómago" (Rogelio Posada)	\$ 1.00
"Características esenciales del Derecho Civil Moderno" (Hernando Devis E).	\$ 1.50	"Histofisiología del diente" (Luis A. Rendón)	\$ 1.00
"Contribución al estudio de las sociedades de responsabilidad limitada" (Octavio Cifuentes)	\$ 150	"Flujos genitales femeninos" (Alonso Restrepo)	\$ 1.00
"Geografía de Colombia" (Agustín Callejas Llano)	\$ 2.50	"Contribución al estudio de la Analesia obstétrica" (Abel Sánchez)	\$ 1.00
		"Algunos comentarios alrededor de las leyes que regulan las pensiones y recompensas" (Pedro Serna Botero) \$	1.00
		"Vitaminas B ₁ y estados polineuréticos en los palúdicos" (Ernesto Toro)	\$ 1.00
		"Vitaminas" (Alfonso Urrego)	\$ 1.00
		"Estructura de la Universidad" (Luis Ospina Vásquez)	\$ 1.00
		"Medellín en el mundo, en la poesía y en la Historia" (Abel García Valencia)	\$ 1.00
		"Anatomía Microscópica" (A. P. Rodríguez P. y A. Correa H.)	
		"Notas de Economía Contemporánea" (J. Emilio López)	\$ 1.50
		"Soma y Psiquis" (A. P. Rodríguez P.) \$	4.00
		"Bio-estadística" (M. Gracián C.)	\$ 4.00
		"Contabilidad General" (Heliodoro Mesas)	\$ 10.00